



**TUGAS AKHIR - RG 141536**

**SIMULASI MODEL ARUS DAN SEBARAN SEDIMEN  
UNTUK MENDUKUNG KEAMANAN ALUR LAYAR KAPAL  
(Studi Kasus : Alur Pelayaran Barat Surabaya)**

**JAINAL RABIN DAMANIK**  
**NRP 3512100066**

Dosen Pembimbing  
Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc.  
Akbar Kurniawan, S.T., M.T.

**JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2016**



**FINAL ASSIGNMENT - RG 141536**

**SIMULATION OF FLOW MODEL AND SEDIMENT  
SCATTER TO SUPPORT SAFETY OF SHIPPING GROOVE  
(Case Study : Surabaya West Shipping Groove)**

JAINAL RABIN DAMANIK  
NRP 3512100066

Advisors

Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc.  
Akbar Kurniawan, S.T., M.T.

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2016

**SIMULASI MODEL ARUS DAN SEBARAN SEDIMEN  
UNTUK MENDUKUNG KEAMANAN ALUR LAYAR  
KAPAL**

**(Studi Kasus: Alur Pelayaran Barat Surabaya)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi S-1 Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**Jainal Rahin Damanik**

NRP. 5512100066

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc. (Pembimbing I)  
NIP. 19590819 198502 1 001
2. Akbar Kurniawan, S.T., M.T. (Pembimbing II)  
NIP. 19860518 201212 1 002

**Surabaya, Juni 2016**

# **SIMULASI MODEL ARUS DAN SEBARAN SEDIMEN UNTUK MENDUKUNG KEAMANAN ALUR LAYAR KAPAL**

**(Studi Kasus: Alur Pelayaran Barat Surabaya)**

## **TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi S-1 Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**Jainal Rabin Damanik**

NRP : 3512100066

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc. .....(Pembimbing I)  
NIP. 19590819 198502 1 001
2. Akbar Kurniawan, S.T., M.T. ..... (Pembimbing II)  
NIP. 19860518 201212 1 002

**Surabaya, Juni 2016**

# **SIMULASI MODEL ARUS DAN SEBARAN SEDIMEN UNTUK MENDUKUNG KEAMANAN ALUR LAYAR KAPAL**

**(Studi Kasus: Alur Pelayaran Barat Surabaya)**

**Nama Mahasiswa : Jainal Rabin Damanik**  
**NRP : 3512100066**  
**Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS**  
**Dosen Pembimbing: Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M. SC.**  
**Akbar Kurniawan S.T., M.T.**

## **Abstrak**

*Pelabuhan Tanjung Perak memiliki peran strategis sebagai salah satu pintu gerbang Indonesia dalam menunjang kegiatan lalu lintas transportasi angkutan laut dari dan ke Kawasan Timur Indonesia, termasuk Jawa Timur*

*Salah satu penyebab kecelakaan kapal adalah sedimentasi yang terlalu tinggi sehingga mengakibatkan kapal karam. Arus pasang surut mempengaruhi pergerakan sedimen yang terkandung di perairan tersebut. Proses pengendapan sedimen di suatu perairan dapat mempengaruhi bentuk topografi di dasar perairan tersebut, salah satunya adalah pendangkalan, sehingga kedalaman laut tidak sesuai lagi dengan draft kapal*

*Penelitian ini mengungkapkan hasil tentang simulasi dan pola arus dan sedimentasi di Alur Pelayaran Barat – Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya yang dianalisis menggunakan rumus empiris Van Rijn melalui Program Pengolah Arus dan Sedimen.*

*Dari Simulasi tersebut akan diketahui lokasi yang mengalami perubahan kedalaman akibat dari sedimen yang terjadi dalam rangka pemeliharaan kedalaman di alur pelayaran. Dari hasil pemodelan diperoleh sebaran material sedimen terbesar berada di area alur layar yang berdekatan dengan*

*Petrokimia Gresik sebesar 1000 g/m<sup>3</sup> pada koordinat 681731.65; 921048.50 saat pasang. Demikian juga dengan kecepatan arus terbesar terjadi pada daerah yang sama sebesar 19.73 km/jam pada koordinat 681757.96; 9210489.22. Hasil simulasi model memperlihatkan bahwa area tersebut sering juga terjadi pusaran air, sehingga pada area ini perlu dilakukan pemeriksaan kedalaman secara rutin.*

***Kata Kunci: Arus Pasang Surut, Keamanan Alur Pelayaran, Sedimentasi***

# **SIMULATION OF FLOW MODEL AND SEDIMENT SCATTER TO SUPPORT SAFETY OF SHIPPING GROOVE**

**(Case Study: Surabaya West Shipping Groove)**

**Student Name : Jainal Rabin Damanik**  
**Reg. Number : 3512100066**  
**Department : Teknik Geomatika FTSP-ITS**  
**Advisor : Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M. SC.**  
**Akbar Kurniawan S.T., M.T.**

## ***Abstract***

*Tanjung Perak Harbour has strategic position as one of Indonesian's gate that concern about activities of ocean transportations from and to Eastern area of Indonesia, include East Java.*

*One of causes that happen in marine accident is about exceeding of sedimentation, that make ships be shipwrecked. The flow of tidal influence sediment's movement in that territorial water. Process of sedimentation in territorial water could influence topography's form in the base of that territorial water, one of them is silting up, in order to the depth of oceans inappropriate with the ship's draft.*

*This observation reveal the result of simulation and pattern of sedimentation in Alur Pelayaran Barat – Tanjung Perak Harbour in Surabaya were analysed using an empirical formula Van Rijn through the current and sediment processing program. From this simulation it can be determined locations changed the depth of a result of sediment occurring in order maintenance depths in the shipping groove.*

*From the result of establishment, there are the biggest sediment of materials numb in the marine lane area that close to Petrokimia Gresik which is  $1000 \text{ g/m}^3$  in coordinate 681731.65;*

*921048.50 when it is rise. And also about the biggest speed of flow that happen in similar area which is 19.73 km/h in coordinate 681757.96; 9210489.22. This simulation model shows there are water rotation that often happen in these area, thus necessary to do depth checking gradually in this area.*

***Keywords – Model of Sedimentation, Safety of Shipping Groove, Tidal flow***



## **KATA PENGANTAR**

Segala puji syukur ke hadirat Tuhan Yesus Kristus atas kasih dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul:

**“SIMULASI MODEL ARUS DAN SEBARAN SEDIMEN  
UNTUK MENDUKUNG KEAMANAN ALUR LAYAR  
KAPAL  
(Studi Kasus: Alur Pelayaran Barat Surabaya)”**

Laporan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan tahap Strata I pada Jurusan Teknik Geomatika di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Orang tua penulis, Bapak J. Damanik serta Mamak D. Girsang atas doa, dukungan, semangat, kasih sayang dan pengorbanannya selama ini, dan juga abang Rekson Damanik yang senantiasa mendukung.
2. Bapak Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc. selaku dosen wali dan dosen pembimbing yang selalu memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
3. Bapak Akbar Kurniawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan kepada penulis.
4. Bapak Mokhammad Nur Cahyadi, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika ITS.
5. Bapak Ibu Dosen Teknik Geomatika atas bimbingan dan ilmu yang diajarkan selama ini.

6. Bapak dan Ibu Tata Usaha, serta seluruh staff dan karyawan Teknik Geomatika yang telah membantu kelancaran proses akademis.
7. PT. Pelabuhan Indonesia III dan Badan Informasi Geospasial yang membantu dalam proses pengumpulan data.
8. Teman-teman Jurusan Teknik Geomatika angkatan 2012 atas bantuan dan kerjasama selama kuliah dan pada saat penyusunan tugas akhir ini.
9. Teman-teman Jurusan Teknik Kelautan. Terima kasih atas bimbingannya pada saat pengolahan data.
10. Teman-teman Persekutuan Doa Geo, Lahai Roi, dan GSM HKBP Manyar, Kelompok Kecil Eklesia, IKABTIM atas dukungan dan doanya.
11. Serta semua pihak yang turut membantu terselesaikannya tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, kiranya Tuhan Yesus Kristus senantiasa memberkati semua pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Besar harapan penulis tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi pembaca. Sekian dan terima kasih

Surabaya, 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pasang Surut.....	5
2.2 Tipe Pasang Surut.....	6
2.3 Komponen Pasang Surut .....	8
2.4 Definisi Elevasi Muka Air.....	10
2.5 Model Hidrodinamika .....	11
2.6 Sedimen .....	12
2.7 Mekanisme Transportasi Sedimen .....	14
2.8 Model Aliran Sedimen .....	17
2.9 Mekanisme Gerakan Sedimen.....	20
2.10 Penelitian Terdahulu.....	21
BAB III METODOLOGI .....	23
3.1 Lokasi Penelitian .....	23
3.2 Data dan Peralatan.....	24
3.2.1 Data.....	24
3.2.2 Peralatan .....	24

3.3 Metodologi Penelitian .....	25
3.3.1 Tahap Penelitian .....	27
3.3.2 Tahap Pengolahan data .....	28
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Analisa Hasil Pemodelan Batimetri.....	29
4.2 Analisa Simulasi Data Pasang Surut .....	32
4.3 Pemodelan Arus Pasang Surut.....	35
4.4 Pemodelan Aliran Sedimen .....	43
4.5 Hasil Pemodelan Aliran Sedimen.....	44
4.6 Penentuan Area Pemeliharaan .....	54
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	56
 DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tipe Pasang Surut .....	8
Gambar 2.2	Ragam Gerakan Sedimen .....	20
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian .....	23
Gambar 3.2	Diagram Tahapan Penelitian .....	25
Gambar 3.3	Diagram Pengolahan Data.....	27
Gambar 4.1	Sebaran Scatter Set Pemodelan .....	30
Gambar 4.2	Bidang Model Bathimetri.....	31
Gambar 4.3	Grafik Pasang Surut BIG Bulan Maret 2014....	32
Gambar 4.4	Pola Arus Saat Menuju Surut .....	36
Gambar 4.5	Kecepatan Arus Saat Menuju Surut .....	36
Gambar 4.6	Arah Arus Saat Menuju Surut .....	37
Gambar 4.7	Pola Arus Saat Menuju Pasang .....	38
Gambar 4.8	Kecepatan Arus Saat Menuju Pasang.....	38
Gambar 4.9	Arah Arus Saat Surut Menuju Pasang.....	39
Gambar 4.10	Pola Arus Saat Pasang Tertinggi .....	40
Gambar 4.11	Kecepatan Arus Saat Pasang Tertinggi .....	40
Gambar 4.12	Arah Arus Saat Pasang Tertinggi .....	41
Gambar 4.13	Pola Arus Saat Surut Terendah .....	42
Gambar 4.14	Kecepatan Arus Saat Surut Terendah.....	42
Gambar 4.15	Arah Arus Saat Surut Terendah .....	43
Gambar 4.16	Titik Pengambilan Data Konsentrasi Sedimen ..	45
Gambar 4.17	Pola Sebaran Sedimen Saat Surut .....	47
Gambar 4.18	Arah Aliran Sedimen Saat Surut .....	47
Gambar 4.19	Pola Aliran Sedimen Saat Pasang .....	48
Gambar 4.20	Arah Aliran Sedimen Saat Pasang .....	49
Gambar 4.21	Pola Perubahan Kedalaman Minggu Pertama..	50
Gambar 4.22	Pola Perubahan Kedalaman Minggu Kedua.....	51
Gambar 4.23	Pola Perubahan Kedalaman Minggu Ketiga ....	52
Gambar 4.24	Pola Perubahan Kedalaman Minggu Keempat.	52
Gambar 4.19	Pola Perubahan Kedalaman Perairan Petrokimia Gresik Minggu Pertama.....	53
Gambar 4.20	Pola Perubahan Kedalaman Perairan Petrokimia Gresik Minggu Keempat.....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komponen Pasang Surut.....	16
Tabel 4.1	Data Pasang Surut BIG Bulan Maret 2014.....	34
Tabel 4.2	Konsentrasi Sedimen pada APBS.....	46

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pelabuhan Tanjung Perak adalah sebuah pelabuhan yang terdapat di Surabaya Jawa Timur. Pelabuhan Tanjung Perak memiliki peran strategis sebagai salah satu pintu gerbang Indonesia dalam menunjang kegiatan lalu lintas transportasi angkutan laut dari dan ke Kawasan Timur Indonesia, termasuk Jawa Timur. Setiap tahun pertumbuhan arus barang baik domestik maupun internasional mengalami peningkatan yang signifikan. Tercatat tahun 2014 lalu pada semester I ada 6.795 unit arus kunjungan kapal dan jumlah petikemas mencapai 3,1 juta TEUs, angka ini meningkat 2,9 juta TEUs dibanding tahun 2013 dengan 6.784 arus kunjungan kapal, sumber data berasal dari data traffic kapal Pelabuhan Tanjung Perak. Oleh karena itu, survei oseanografi sangat perlu dilaksanakan untuk mendapatkan data terbaru guna mendukung kepentingan keselamatan pelayaran di Perairan Tanjung Perak Surabaya.

Alur pelayaran adalah perairan yang dari segi kedalaman, lebar, dan bebas hambatan pelayaran lainnya dianggap aman dan selamat untuk dilayari oleh kapal di laut, sungai atau danau. Alur pelayaran dicantumkan dalam peta laut dan buku petunjuk-pelayaran serta diumumkan oleh instansi yang berwenang. Alur pelayaran digunakan untuk mengarahkan kapal masuk ke kolam pelabuhan, oleh karena itu harus melalui suatu perairan yang tenang terhadap gelombang dan arus yang tidak terlalu kuat. Instansi pelabuhan berkewajiban untuk melakukan perawatan terhadap kolam alur pelayaran, perambuan dan pengendalian penggunaan alur. Persyaratan perawatan harus menjamin: keselamatan berlayar, kelestarian lingkungan, tata ruang perairan, dan tata pengairan. Untuk mempertahankan kedalaman dan lebar alur pelayaran sebagaimana dikehendaki, perlu dilakukan pengerukan. Pengerukan sangat penting dilakukan khususnya

untuk perawatan alur layar di pelabuhan-pelabuhan yang sedimentasinya tinggi yang banyak membawa material erosi atau sampah dari hulu sungai. Berdasarkan fungsi tersebut, banyak faktor yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan pengerukan alur menuju pelabuhan.

Sedimen adalah material-material yang terbentuk dari perombakan batuan tua atau dari proses pengikisan batuan yang terbawa air, udara, dan es, atau material yang diendapkan oleh proses yang terjadi secara alami seperti precipitasi kimia atau sekresi oleh organisme, yang kemudian membentuk suatu lapisan di permukaan bumi (Sahala Hutabarat, 2006). Sedimen dipengaruhi oleh kecepatan arus dan ukuran butiran sedimen. Semakin besar ukuran butiran sedimen tersebut maka kecepatan arus yang dibutuhkan juga akan semakin besar untuk mengangkut partikel sedimen tersebut (Tampubolon, 2010 dalam Daulay, 2014). Arus juga merupakan kekuatan yang menentukan arah dan sebaran sedimen. Kekuatan ini juga yang menyebabkan karakteristik sedimen berbeda sehingga pada dasar perairan disusun oleh berbagai kelompok populasi sedimen.

Jika sedimen di alur layar pelabuhan Tanjung Perak yang terbentuk sudah terlalu tinggi dapat menyebabkan karamnya kapal.. Berdasarkan pertimbangan keamanan dan pemberian pelayanan yang memadai bagi pengguna pelabuhan dan juga faktor – faktor yang mempengaruhi terjadinya proses sedimentasi, terutama oleh pasang surut dan arus. Oleh karena itu, maka diperlukan kajian dan analisis pola penyebaran material sedimen di lokasi rencana pengerukan dapat di dekati dengan menggunakan simulasi model matematik.

Penelitian ini mengungkapkan hasil tentang simulasi dan analisa pola sedimentasi di Alur Pelayaran Barat – Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Dalam penelitian ini disajikan hasil pemodelan pola sedimentasi yang terjadi di sekitar wilayah Alur Pelayaran dengan program pengolah arus dan sedimen. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk memberikan masukan bagi instansi terkait dalam pengembangan pelabuhan Tanjung Perak.



## **1.2. Perumusan Masalah**

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui parameter-parameter simulasi model yang dominan terhadap pola aliran penyebaran sedimen di kolam Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Secara detail permasalahan yang akan dibahas meliputi :

- a) Bagaimana pola arus pasang surut di alur layar pelabuhan Tanjung Perak Surabaya?
- b) Bagaimana pola aliran sebaran sedimen di alur layar pelabuhan Tanjung Perak Surabaya?
- c) Bagaimana pola daerah sebaran material sedimen di alur layar pelabuhan Tanjung Perak Surabaya?
- d) Bagaimana penentuan area perawatan alur layar untuk keamanan kapal?

## **1.3. Batasan Masalah**

Dalam pengerjaan penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah, antara lain :

- a) Wilayah penelitian meliputi daerah Alur Pelayaran Barat – Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, yang secara geografis terletak antara  $6^{\circ} 50'00''$  LS –  $7^{\circ} 15'00''$  LS dan  $112^{\circ} 35'00''$  BT –  $112^{\circ} 45'00''$  BT.
- b) Penentuan pola penyebaran material sedimen berdasarkan data batimetri, data komponen harmonik pasang surut, sampel sedimen yang diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan dan data elevasi pasang surut.
- c) Pemodelan aliran sedimen dilakukan dengan metode pemodelan numeric dengan formula Van Rijn

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah untuk :

- a) Memodelkan pola arus pasang surut di alur layar Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.
- b) Memodelkan pola sebaran material sedimen melalui simulasi model tranpor sedimen di alur layar Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.
- c) Menentukan area perawatan alur layar Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya berdasarkan pola aliran sedimennya

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

- a) Simulasi model hasil penelitian akan menghasilkan informasi atau gambaran mengenai pola penyebaran sedimen yang dapat digunakan untuk menganalisa pola aliran penyebaran material sedimen di alu layar pelabuhan Tanjung Perak Surabaya
- b) Dari simulasi model transpor material sedimen di pelabuhan Tanjung Perak Surabaya didapatkan informasi yang bisa digunakan untuk perencanaan pengerukan kolam pelabuhan secara efisien dan efektif sehingga dapat memudahkan PT. Pelabuhan Indonesia III (PERSERO) memonitoring keadaan alur layar Pelabuhan Tanjung Perak
- c) Sebagai acuan untuk simulasi model di daerah lain yang mempunyai karakteristik sama sehingga dapat digunakan untuk aplikasi pada bidang terkait dengan kelautan, baik untuk kepentingan ilmiah, maupun aplikasi praktis secara luas.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pasang Surut**

Arus dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu, arus pasut dan arus non pasut. Arus pasut adalah gerakan horisontal periodik air laut bersamaan dengan peristiwa naik turunnya air permukaan laut yang disebabkan pasut dan saling mempengaruhi. Arus pasut atau tidal current merupakan gerak horizontal badan air menuju dan menjauhi pantai seiring dengan naik dan turunnya muka laut yang disebabkan oleh gaya-gaya pembangkit pasut. (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).

Pasang surut air laut adalah suatu gejala fisik yang selalu berulang dengan periode tertentu dan pengaruhnya dapat dirasakan sampai jauh masuk ke arah hulu dari muara sungai. Pasang surut terjadi karena adanya gerakan dari benda benda angkasa yaitu rotasi bumi pada sumbunya, peredaran bulan mengelilingi bumi dan peredaran bulan mengelilingi matahari. Gerakan tersebut berlangsung dengan teratur mengikuti suatu garis edar dan periode yang tertentu. Pengaruh dari benda angkasa yang lainnya sangat kecil dan tidak perlu diperhitungkan ([www.digilib.itb.ac.id](http://www.digilib.itb.ac.id)).

Saat pasut perbani (*spring*), yaitu saat kedudukan matahari segaris dengan sumbu bumi-bulan, maka terjadi pasang maksimum pada titik di permukaan bumi yang berada di sumbu kedudukan relatif bumi, bulan, dan matahari. Kondisi tersebut terjadi ketika bulan baru dan bulan purnama. Saat pasut mati (*neap*), yaitu saat kedudukan matahari tegak lurus dengan sumbu bumi-bulan, terjadi pasut minimum pada titik di permukaan bumi yang tegak lurus sumbu bumi-bulan. Kondisi tersebut terjadi di perempat bulan awal dan perempat bulan akhir. Fenomena pasut pada kedudukan demikian disebut dengan neap tide atau pasut mati. Tunggang pasut (jarak vertikal kedudukan permukaan air

tertinggi dan terendah) saat *spring* lebih besar dibanding saat *neap* (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).

Terdapat tiga tipe pasang surut menurut (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005) yaitu:

- a) Harian (*diurnal*)  
Adalah keadaan dimana dalam satu hari terjadi satu kali pasang naik dan satu kali pasang surut dengan periode 24 jam 50 menit.
- b) Tengah Harian (*semidiurnal*)  
Adalah keadaan dimana dalam sehari terjadi 2 kali pasang naik dan 2 kali pasang surut secara berurutan. Periode pasang surut tersebut adalah 12 jam 25 menit.
- c) Campuran (*mixed tides*)  
Adalah keadaan dimana dalam sehari terjadi 2 kali pasang naik dan 2 kali pasang surut, tetapi tinggi muka air laut dan periodenya berbeda.

Pasang surut mempengaruhi elevasi tinggi gelombang yang membawa material sedimen dari dan me-nuju kearah pantai. Selain itu pasang surut juga berpengaruh pada kecepatan dan arah arus. Arus yang ditimbulkan oleh pasang surut cukup kuat untuk membawa material sedimen dalam jumlah yang cukup besar.

## **2.2. Tipe Pasang Surut**

Bentuk (tipe) dari pasang surut yang timbul berbeda – beda tergantung pada tempat dimana pasut tersebut terjadi. Vander Stock (1897) mengadakan klasifikasi dari bentuk – bentuk pasut ini berdasarkan perbandingan antara jumlah amplitudo komponen –komponen semi diurnal S2 dan M2.

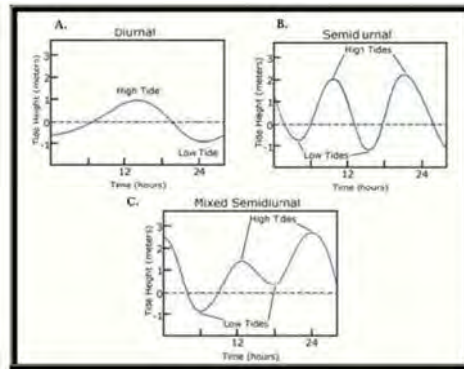
Menurut (Ilahude, 1999 dalam Siswanto, 2007), untuk menentukan nilai bilangan Formzahl digunakan rumus dibawah ini :

$$F = \frac{AK1 + A01}{AM2 + AS2} \dots\dots\dots (2.1)$$

Rumus diatas merupakan rumus untuk menentukan nilai bilangan Formzahl yang digunakan untuk menentukan tipe pasang surut. Dengan tipe pasang surut (F), Amplitudo Luni Solar (AK1), Amplitudo Principal Lunar (A01), Amplitudo Principal Lunar (AM2), dan Amplitudo Principal Solar (AS2).

Dimana hasil dari nilai F akan menentukan tipe pasang surutnya, dengan klasifikasi sebagai berikut :

- a.  $0 < F \leq 0,25$  : Pasang surut harian ganda (semidiurnal)
- b. Dua kali pasang sehari dengan tinggi yang sama (secara pendekatan). Interval waktu antara transit bulan dan pasang naik untuk suatu tempat hampir sama
- c.  $0,25 < F \leq 1,50$  : Pasang surut campuran condong ke harian ganda
- d. Terdapat dua kali pasang dalam satu hari tetapi tinggi dan interval waktu antara transit bulan dan pasang naik tidak sama. Perbedaan ini mencapai maksimum ketika deklinasi bulan telah mencapai maksimumnya
- e.  $1,50 < F \leq 2,50$  : Pasang surut campuran condong ke harian tunggal
- f. Pasang surut jenis ini terkadang hanya satu kali terjadi pasang yang mengikuti deklinasi maksimum dari bulan, dan kadang – kadang terjadi dua kali pasang sehari tetapi tinggi dan interval waktu antara transit bulan dan pasang naik sangat berbeda sekali, terutama bila bulan telah melewati ekuator
- g.  $1,50 < F \leq 3,00$  : Pasang surut harian tunggal
- h. Satu kali pasang sehari. Pada saat pasang perbani ketika bulan telah melewati bidang ekuator. Dapat juga terjadi dua kali pasang sehari.



Gambar 2.1 Tipe Pasang Surut

*Sumber:*

*([http://tideandcurrents.noaa.gov/publications/tidal\\_datum\\_and\\_their\\_applications.pdf](http://tideandcurrents.noaa.gov/publications/tidal_datum_and_their_applications.pdf))*

### 2.3. Komponen Pasang Surut

Fenomena pasang surut yang kita amati di perairan pada hakikatnya merupakan superposisi dari komponen – komponen pasang surut yang disebabkan gaya tarik bulan, matahari, pengaruh batimetri, serta geometri pantai. Komponen – komponen pasang surut tersebut mempunyai amplitudo dan frekuensi yang berbeda satu dengan yang lainnya.

Berdasarkan hal tersebut maka ada tiga komponen pasang surut utama, yaitu:

1. Komponen pasang surut periode panjang, contohnya Mf, dan Mm.
2. Komponen pasang surut diurnal yaitu 1 kali pasang dan 1 kali surut dalam 1 hari. Contohnya yaitu K1, O1, dan P1.
3. Komponen pasang surut semi diurnal, yaitu 2 kali pasang dan 2 kali surut dalam 1 hari. Contohnya yaitu M2, S2, N2, dan K2.

Tabel 2. 1 Komponen-Komponen Pasut Utama Dan Pasut  
Perairan Dangkal (Shallow Water Tides)

Sumber:

([http://tideandcurrents.noaa.gov/publications/tidal\\_datum\\_and\\_their\\_applications.pdf](http://tideandcurrents.noaa.gov/publications/tidal_datum_and_their_applications.pdf))

Jenis Nama dan Simbol Komponen-Komponen Pasang Surut	Kecepatan Sudut (Derajat/Jam)	Periode (Jam)
<b>Semi Diurnal</b>		
1. Principal Lunar (M2)	28,9841	12,42
2. Principal Solar (S2)	30,000	12,00
3. Larger Lunar Elliptic (N2)	28,4397	12,66
4. Luni Solar (K2)	30,0821	11,97
<b>Diurnal</b>		
1. Luni Solar (K1)	15,0411	23,33
2. Principal Lunar (O1)	13,9430	25,82
3. Principal Solar (P1)	14,9589	24,07
<b>Long Period</b>		
1. Diurnal Fortnightly (Mf)	1,0980	327,82
2. Lunar Monthly (Mm)	0,5444	661,30
3. Solar Semi Annual (Ssa)	0,0821	2191,43
<b>Swallow Water</b>		
1. 2SM2	31,0161	11,61
2. MNS2	27,4240	13,13
3. MK2	44,0250	8,18
4. M4	57,9680	6,21
5. MS4	58,0840	6,20

#### **2.4. Definisi Elevasi Muka Air**

Mengingat elevasi muka air laut selalu berubah, maka ada beberapa pedoman tinggi muka air yang terkadang dijadikan referensi elevasi, antara lain:

1. Muka air tinggi (High Water Level, HWL), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
2. Muka air rendah (Low Water Level, LWL), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
3. Muka air tinggi rerata (Mean High Water Level, MHWL), adalah rata-rata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
4. Muka air rendah rerata (Mean Low Water Level, MLWL), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
5. Muka air laut rerata (Mean Sea Level, MSL), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.
6. Muka air tinggi tertinggi (Highest High Water Level, HHWL), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
7. Muka air rendah terendah (Lowest Low Water Level, LLWL), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
8. Higher High Water Level (HHWL), adalah air tertinggi dari dua air tinggi dalam satu hari, seperti dalam pasang surut tipe campuran.
9. Lower low water level (LLWL), adalah air terendah dari dua air rendah dalam satu hari.



## 2.5. Model Hidrodinamika

Pemodelan pergerakan massa air (hidrodinamika) di suatu perairan dapat dilakukan dengan metode pemodelan numerik. Pemodelan numerik mensimulasikan pola sirkulasi arus berdasarkan hukum kekekalan massa (kontinuitas) dan kekekalan momentum.

Persamaan kontinuitas dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS \dots\dots\dots (2-2)$$

Persamaan momentum dalam arah x dan y:

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}\bar{u}}{\partial y} = f\bar{v}h - gh\frac{\partial\eta}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial\rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} + \\ \frac{\partial(hT_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial(hT_{xy})}{\partial y} + hu_sS \dots\dots\dots (2-3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} = f\bar{u}h - gh\frac{\partial\eta}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial\rho}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} + \\ \frac{\partial(hT_{xy})}{\partial x} + \frac{\partial(hT_{yy})}{\partial y} + hv_sS \dots\dots\dots (2-4) \end{aligned}$$

dengan  $\bar{u}$  dan  $\bar{v}$  masing-masing menyatakan kecepatan arus dalam arah x dan y yang dirata-ratakan terhadap kedalaman dengan persamaan:

$$h\bar{u} = \int_{-d}^{\eta} u dz \dots\dots\dots (2-5)$$

dan

$$h\bar{v} = \int_{-d}^{\eta} v dz \dots\dots\dots (2-6)$$

dimana  $\eta$  adalah elevasi muka air laut;  $h$  adalah kedalaman total;  $t$  menyatakan waktu;  $f$  adalah parameter koriolis;  $\rho$  adalah densitas fluida;  $S$  adalah *magnitude discharge*.  $T_{ij}$  menyatakan gesekan viskos masing-masing:

$$T_{xx} = 2A \frac{\partial \bar{u}}{\partial x}; T_{yy} = 2A \frac{\partial \bar{v}}{\partial y}; \text{ dan } T_{xy} = A \left( \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right) \dots \dots \dots (2-7)$$

$\tau_{sx}$ ,  $\tau_{sy}$  adalah tegangan (*stress*) yang terjadi di permukaan fluida dalam arah x dan y;  $\tau_{bx}$ ,  $\tau_{by}$  adalah tegangan yang terjadi di dasar fluida dalam arah x dan y.

## 2.6. Sedimen

Sedimen adalah hasil proses erosi baik berupa erosi permukaan, erosi parit atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk. Proses sedimentasi dapat memberikan dampak yang menguntungkan dan merugikan. Dikatakan menguntungkan karena pada tingkat tertentu adanya aliran sedimen ke daerah hilir dapat menambah kesuburan tanah serta terbentuknya tanah garapan baru di daerah hilir. Tetapi, saat yang bersamaan aliran sedimen dapat menurunkan kualitas perairan dan pendangkalan badan perairan (Asdak, 2004 dalam Savitri, 2010).

Sedimen, yang tersusun dari batuan, mineral, dan material organik, secara alamiah selalu ada dalam sungai, danau, pantai, dan air laut. Sedimen adalah tanah dan bagian-bagian tanah yang terangkut dari suatu tempat yang tererosi. Sedimen ini terbawa aliran air dari satu tempat ke tempat yang lain sampai mengendap pada lokasi tertentu. Sedimen yang dihasilkan dari proses erosi dan terbawa suatu aliran akan diendapkan di suatu tempat yang kecepatan airnya melambat atau berhenti disebut dengan sedimentasi (Arsyad, 2000 dalam Savitri, 2010).

Lingkungan pengendapan merupakan keseluruhan dari kondisi fisik, kimia dan biologi pada tempat dimana material sedimen terakumulasi. Jadi, lingkungan pengendapan merupakan suatu lingkungan tempat terkumpulnya material sedimen yang dipengaruhi oleh aspek fisik, kimia dan biologi yang dapat mempengaruhi karakteristik sedimen yang dihasilkannya (Dyer, 196 dalam Arani, 2014).

Arus pada sungai dan daerah perairan yang semi tertutup lebih dominan ditimbulkan oleh factor pasang surut. (Tampubolon, 2010 dalam Daulay, 2014) menyatakan bahwa pergerakan sedimen dipengaruhi oleh kecepatan arus dan ukuran butiran sedimen. Semakin besar ukuran butiran sedimen tersebut maka kecepatan arus yang dibutuhkan juga akan semakin besar untuk mengangkut partikel sedimen tersebut.

Arus juga merupakan kekuatan yang menentukan arah dan sebaran sedimen. Kekuatan ini juga yang menyebabkan karakteristik sedimen berbeda sehingga pada dasar perairan disusun oleh berbagai kelompok populasi sedimen. Secara umum partikel berukuran kasar akan diendapkan pada lokasi yang tidak jauh dari sumbernya, sebaliknya jika halus akan lebih jauh dari sumbernya (Rifardi, 2008 dalam Daulay, 2014).

Pengaruh gaya pasang surut mempengaruhi peristiwa abrasi dan sedimentasi. Wilayah yang mengalami peristiwa pasang surut harian ganda atau pasut surut tipe campuran condong ke ganda memiliki pengaruh yang berbeda dengan wilayah yang hanya mengalami pasang surut harian tunggal, dimana wilayah yang memiliki pasang surut tipe harian ganda dan campuran condong ke ganda mengalami proses transportasi sedimen yang lebih dinamis jika dibandingkan dengan pasang surut harian tunggal.

## 2.7. Mekanisme Transportasi Sedimen

Ada dua kelompok cara mengangkut sedimen dari batuan induknya ke tempat pengendapannya, yakni suspensi (*suspendedload*) dan *bedload tranport*. Di bawah ini diterangkan secara garis besar ke duanya, yaitu :

### 1. Suspensi

Dalam teori segala ukuran butir sedimen dapat dibawa dalam suspensi, jika arus cukup kuat. Akan tetapi di alam, kenyataannya hanya material halus saja yang dapat diangkut suspensi. Sifat sedimen hasil pengendapan suspensi ini adalah mengandung prosentase massa dasar yang tinggi sehingga butiran tampak mengambang dalam massa dasar dan umumnya disertai pemilahan butir yang buruk. Ciri lain dari jenis ini adalah butir sedimen yang diangkut tidak pernah menyentuh dasar aliran.

### 2. Bedload transport

Berdasarkan tipe gerakan media pembawanya, sedimen dapat dibagi menjadi :

- a. Endapan arus traksi
- b. Endapan arus pekat (*density current*) dan
- c. Endapan suspensi.

Arus traksi adalah arus suatu media yang membawa sedimen di dasarnya. Pada umumnya gravitasi lebih berpengaruh dari pada yang lainnya seperti angin atau pasang-surut air laut. Sedimen yang dihasilkan oleh arus traksi ini umumnya berupa pasir yang berstruktur silang siur, dengan sifat-sifat:

- a. Pemilahan baik
- b. Tidak mengandung masa dasar
- c. Ada perubahan besar butir mengecil ke atas (*fining upward*) atau ke bawah (*coarsening upward*) tetapi bukan lapisan bersusun (*graded bedding*).

Di lain pihak, sistem arus pekat dihasilkan dari kombinasi antara arus traksi dan suspensi. Sistem arus ini biasanya menghasilkan suatu endapan campuran antara pasir, lanau, dan lempung dengan jarang-jarang berstruktur silang-siur dan perlapisan bersusun. Arus pekat (*density*) disebabkan karena perbedaan kepekatan (*density*) media. Ini bisa disebabkan karena perlapisan panas, turbiditi dan perbedaan kadar garam. Karena gravitasi, media yang lebih pekat akan bergerak mengalir di bawah media yang lebih encer. Dalam geologi, aliran arus pekat di dalam cairan dikenal dengan nama turbiditi. Sedangkan arus yang sama di dalam udara dikenal dengan nuees ardentes atau wedus gembel, suatu endapan gas yang keluar dari gunung api. Endapan dari suspensi pada umumnya berbutir halus seperti lanau dan lempung yang dihembuskan angin atau endapan lempung pelagik pada laut dalam.

Tabel 2.2 Hubungan antara proses sedimentasi dan jenis endapan yang dihasilkan.  
Sumber : (Selley, 1988)

Jenis	Tipe Gerakan	Sifat
Cairan	Endapan traksi	Umumnya pasir bersilang - silur
	Endapan densiti (turbidity)	Pasir berlapisan -bersusun, lanau dan lempung
	Endapan suspensi	Lempung <i>nepheloid</i>
Udara	Endapan traksi	Umumnya pasir bersilang - silur
	Endapan pekat (density)	Nuees ardentess, dsb.
	Endapan suspensi	Loess
Glasial		Umumnya endapan tak berlapis, pemilahan jelek,
		endapan dari brangkai sampai lempung

Kenyataan di alam, transpor dan pengendapan sedimen tidak hanya dikuasai oleh mekanisme tertentu saja, misalnya arus traksi saja atau arus pekat saja, tetapi lebih sering merupakan gabungan berbagai mekanisme. Malahan dalam berbagai hal, merupakan gabungan antara mekanik dan kimiawi. Beberapa sistem seperti itu adalah:

- Sistem arus traksi dan suspensi
- Sistem arus turbit dan pekat
- Sistem suspensi dan kimiawi.

## 2.8. Model Aliran Sedimen

Analisa aliran sedimen diperlukan dalam berbagai aplikasi untuk mengetahui tingkat sedimentasi di suatu area dan tingkat penyebarannya. Sehingga, beberapa pengembang perangkat lunak mulai membuat aplikasi yang dapat memodelkan pergerakan material sedimen dengan simulasi numerik. Model aliran sedimen dapat dilakukan berdasarkan beberapa formula. Salah satu formula yang digunakan dalam membuat model aliran sedimen adalah formula *Van Rijn*.

Persamaan *Van Rijn* dapat menghitung nilai aliran sedimen (*solid flux*) dalam suatu kolom air. Persamaan ini disiapkan pada kondisi sedimen dengan butiran halus antara 0.05 - 2 mm serta kedalaman antara 0 - 20 m. Menurut Van Rijn angkutan sedimen dasar dapat dianalisa cukup akurat dengan dua parameter yang tak berdimensi (*Dimensionless parameters*) yang dikemukakan oleh Ackers White dan Yailin (Van Rijn, 1984a), yaitu :

- Parameter partikel (*particle parameter*)

$$D_* = D_{50} \left( \frac{\tau(x-1)g}{\nu^2} \right)^{1/3} \dots\dots\dots(2-8)$$

Dimana:

$D_*$  = Parameter partikel

$D_{50}$  = Ukuran partikel (m)

$g$  = Percepatan gravitasi (9,1 m/det<sup>2</sup>)

$s$  = Spesific density ( $\rho_x/\rho$ )

$\nu$  = Koefisien kekentalan kinematic ( $1.10^{-6}$  m<sup>2</sup>/det)

- Stage parameter

$$T = \frac{((u'_*)^2 - (u'_{*CR})^2)}{(u'_{*CR})^2} \dots\dots\dots(2-9)$$

Dimana:

$u'_*$  = Kecepatan geser dasar butiran partikel (m/det)

$$u'_* = \frac{(g^{\frac{1}{2}})}{(u')^2} \cdot u \dots\dots\dots(2-10)$$

$u'_{*CR}$  = Kecepatan geser dasar kritis Shield (m/det)

$T$  = Stage Parameter

$C'$  = Koefisien Chezy

$U$  = Kecepatan aliran rata-rata (m/det)

$C'$  adalah parameter Chezy/ rasio sedimen dipengaruhi oleh dimensi sedimen yang dinyatakan dalam persamaan:

$$C' = A_{Cr} \theta_T \exp\left(-\frac{\theta_M}{\theta_{Cr}}\right) \dots\dots\dots(2-11)$$

dimana  $A_{Cr}$  adalah parameter dimensi butiran;  $\theta_T$  tegangan non-dimensional rata-rata; dan  $\theta_M$  adalah tegangan maksimum pada dasar fluida; dan  $\theta_{Cr}$  adalah parameter *Shields*/ tegangan sesar kritis non-dimensional dan dinyatakan dalam persamaan:

$$u'_{*CR} = \frac{T_{Cr}}{(\gamma_s - \gamma)d} \dots\dots\dots(2-12)$$

dengan  $T_{Cr}$  menyatakan tegangan sesar kritis;  $\gamma_s$  adalah kelas sedimen spesifik;  $\gamma$  adalah kelas fluida spesifik dan  $d$  adalah diameter butiran (*grain diameter*).

Pemodelan sedimen dilakukan dengan menggunakan formula Van Rijn sebagai berikut :



$$q = \frac{0.053}{d^{0.3}} \left( \frac{\tau}{\tau_{crit}} - 1 \right)^{2.1} \dots\dots\dots (2.13)$$

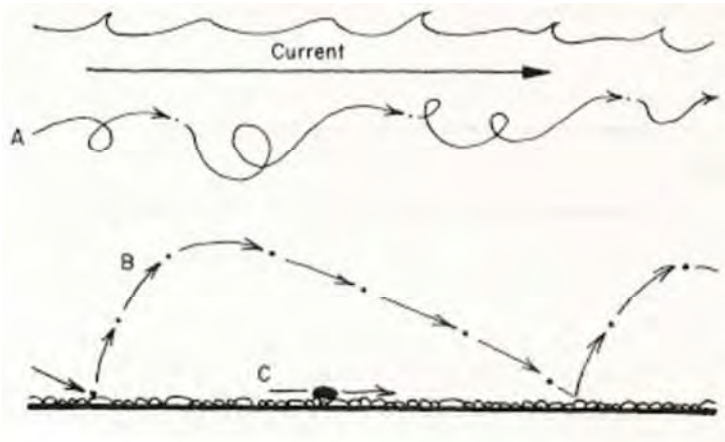
$$q_s = \alpha_s \rho_s U d_{50} M_e^{2.4} (D)^{-0.6} \dots\dots\dots (2.14)$$

Formula Van Rijn digunakan untuk menghitung aliran sedimen dalam suatu kolom air. Pada persamaan (2.13) digunakan untuk menghitung Bed load transport, sedangkan pada persamaan (2.14) digunakan untuk menghitung Suspended load transport. Dimana ( $q$ ) adalah aliran sedimen yang terendap, ( $d$ ) adalah diameter partikel, ( $\tau$ ) adalah tegangan geser yang dialami sedimen, ( $q_s$ ) adalah aliran sedimen yang melayang, ( $\alpha_s$ ) adalah koefisien dengan nilai (0.012), ( $\rho_s$ ) adalah densitas sedimen, ( $U$ ) adalah kecepatan rata-rata, ( $d_{50}$ ) adalah koefisien diameter sedimen rata-rata, dan ( $D$ ) adalah ukuran dimensi partikel.

Pada pemodelan aliran sedimen dengan menggunakan formula Van Rijn, hasil pemodelan adalah *solid flux* pada mekanisme transportasi sedimen total (*total load*). Transportasi sedimen total merupakan penjumlahan dari sedimen dasar (*bedload-saltation*) dan sedimen melayang (*suspension*). Kekurangan dari metode ini adalah tidak dapat membedakan aliran sedimen yang berada di dasar perairan dan sedimen yang melayang di kolom perairan.

## 2.9. Mekanisme Gerakan Sedimen

Pada dasarnya butir-butir sedimen bergerak di dalam media pembawa, baik berupa cairan maupun udara, dalam 3 cara yang berbeda: menggelundung (*rolling*), menggeser (*bouncing*) dan larutan (*suspension*).



Gambar 2.2 Ragam gerakan sedimen dalam media cairan dan angin

Sumber : (Selly, 1988)

## **2.10. Penelitian Terdahulu**

Adapun penelitian terdahulu terkait simulasi model sebaran material sedimen adalah sebagai berikut:

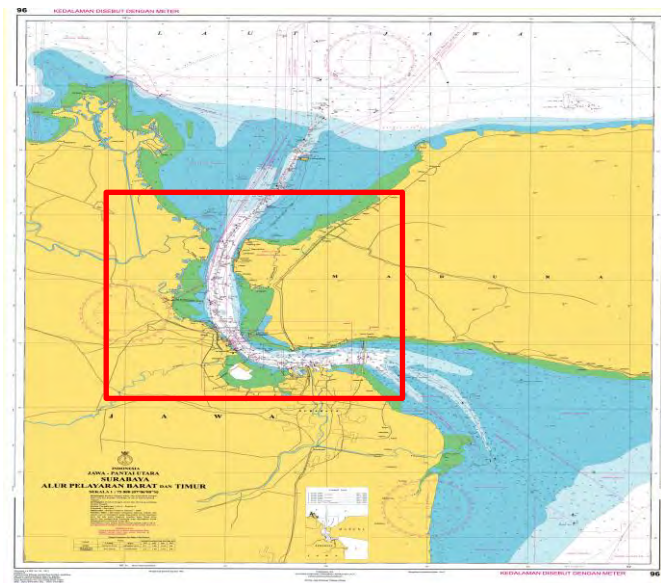
1. Riyadi (2009) meneliti tentang pergerakan aliran sedimen yang terjadi di Muara Kali Porong. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mendapatkan suatu permodelan aliran sediment di Muara Kali Porong dengan parameter-parameter permodelan yang cukup signifikan. Penelitian ini meneliti tentang pergerakan sediment. Sediment yang akan dibuat pemodelan berasal dari angkutan aliran sungai, sedimen yang berasal dari sumber lain dianggap kecil (diabaikan). Permodelan sediment di muara Kali Porong menggunakan program bantu model aliran tidak tetap (unsteady flow) dua dimensi dari SMS (Surface water Modeling System). Model matematis ini merupakan model matematis dua dimensi yang dapat memperlihatkan proses perubahan objek pada dua arah, yaitu perubahan arah x (melintang) dan arah y (memanjang) dalam koordinat kartesius secara horizontal. Permodelan hasil penelitian akan menghasilkan informasi atau gambaran mengenai pola penyebaran sedimen yang dapat digunakan untuk memprediksi pola aliran sedimen di Muara Kali Porong.
2. Wahyudi (2004) meneliti tentang simulasi dan analisa pola sedimentasi di perairan Kali Lamong bila dilakukan pengembangan dengan bentuk *layout* pengembangan. Dalam penelitian ini disajikan hasil pemodelan pola sedimentasi yang terjadi sekitar wilayah Kali Lamong dengan program SMS (*Surface-Water Modeling*), serta disajikan pula bentuk scenario reklamasi pengembangan Pelabuhan Tanjung Perak yang paling sedikit menimbulkan sedimentasi di sekitar Kali Lamong

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah di kawasan Alur Pelayaran Barat – Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, yang secara geografis terletak antara  $6^{\circ} 50'00''$  LS –  $7^{\circ} 15'00''$  LS dan  $112^{\circ} 35'00''$  BT –  $112^{\circ} 45'00''$  BT.



Gambar 3.1 Lokasi penelitian.  
Sumber: *Dishidros*

## 3.2 Data dan Peralatan

### 3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- 1 Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data bathymetri dari PT. Pelabuhan Indonesia III, sampel sedimen dari pengambilan langsung di lapangan dan data elevasi pasang surut tahun 2014 yang didapatkan dari Badan Informasi Geospasial.
- 2 Data sekunder yang digunakan untuk melengkapi data primer adalah peta Pelabuhan Surabaya dan Gresik skala 1:75.000 tahun 2015 yang dikeluarkan oleh Dinas Hidro-Oseanografi.
- 3 Data sekunder digunakan untuk melengkapi data primer, yang meliputi peta Lingkungan Laut Nasional (LLN) lembar Tanjung Perak skala 1 : 25.000 dari Bakosurtanal, Cibinong, Bogor. Peta ini digunakan untuk proses digitasi garis pantai dan bathimetri.

### 3.2.2 Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah:

Perangkat lunak:

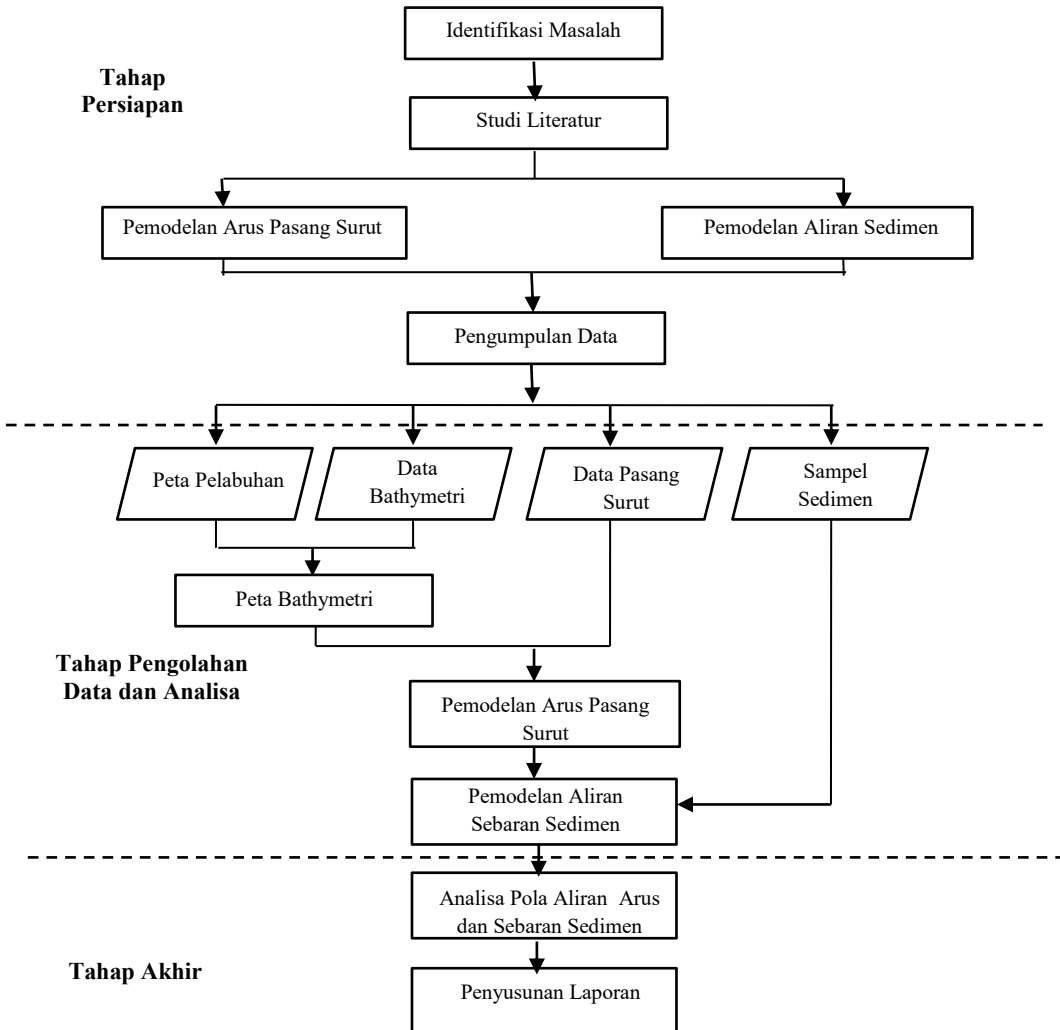
- a. *Miccrosoft Word 2007*
- b. *Microsoft Excel 2007*
- c. *Microsoft Visio 2007*
- d. *Software Pengolah Arus dan Sedimen*
- e. *AutoCAD Land Dekstop 2009*
- f. *Software konversi dxf - xyz*

Perangkat lunak:

- a. *Grab Sampler*
- b. Laptop
- c. Printer

### 3.3 Metode Penelitian

#### 3.3.1 Tahap Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Tahapan Penelitian

### Penjelasan Tahapan Penelitian :

#### a. Identifikasi Masalah

Tahapan ini adalah tahapan awal penelitian. Pada tahapan ini diidentifikasi bagaimana mendapatkan pola daerah sebaran material sedimen di kolam Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya yang dapat divisualisasi menjadi sebuah simulasi model transpor material sedimen serta bagaimana pengaruh parameter – parameter terhadap pola aliran sedimen di kolam pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.

#### b. Tahap Persiapan

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah: Studi Literatur dan pengumpulan data, dimana studi literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan simulasi model transpor material sedimen, komponen pasang surut, serta faktor pendukung lainnya. Kemudian dilakukan pengumpulan data berupa data primer maupun sekunder. Data primer yang digunakan sebagai input simulasi model adalah data batimetri, data komponen harmonik pasang surut, sampel sedimen yang diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan dan data elevasi pasang surut yang diperoleh dari model pasut global.

#### c. Tahap Pengolahan Data

Pada tahapan ini, data – data yang telah terkumpul dan di dapat di lapangan beserta data penunjang lainnya dilakukan pengolahan data serta membuat simulasi model transport material sedimen dan pemodelan arus dari data yang telah diolah.

#### d. Tahap Analisa

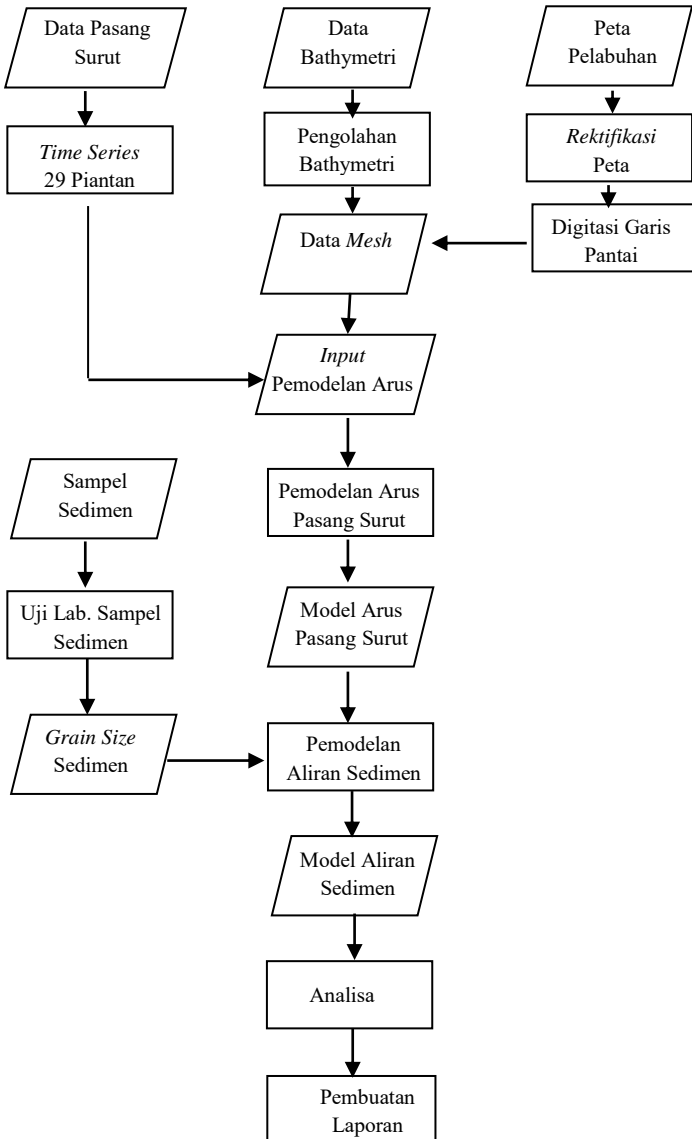
Hasil simulasi model yang telah dibuat dapat dilakukan analisa terkait dengan tipe pasang surut, komponen pasang surut dan pola penyebaran material sedimen di kolam pelabuhan Tanjung Perak Surabaya

#### e. Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan merupakan tahap terakhir dari penelitian ini agar hasil penelitian ini.



### 3.3.2 Tahap Pengolahan Data



Gambar. 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data

Keterangan:

- a. Langkah awal dalam pemodelan arus adalah pembuatan *boundary* atau batas yang membedakan wilayah darat dan laut. Pembuatan *boundary* ini dilakukan dengan digitasi garis pantai pada alur pelayaran barat Peta Pelabuhan Surabaya dan Gresik skala 1:75.000. Format data garis pantai harus dalam bentuk (.xyz) dengan elevasi dianggap 0.
- b. Data *boundary* dan data bathymetri selanjutnya diolah pada modul *mesh generator* untuk membuat data *mesh* yang berupa fitur dasar laut dari perairan pelabuhan. Data. Format data yang dihasilkan .mesh.
- c. *Meshing area* yang telah terbentuk dijadikan acuan untuk mengolah data pasang surut yang disusun pada *Time Series* untuk membuat grafik kenaikan pasang surut terhadap waktu, selanjutnya disimpan dalam format (.dfso).
- d. Pada pengolahan data sendiri dibagi menjadi dua tahap, yaitu awal dan akhir. Pada tahap awal perangkat lunak model hidrodinamika mengatur, mengedit, dan memvisualisasi data geometri dalam sebuah *meshing area* yang akan digunakan dalam pemodelan.
- e. Hasil simulasi model berupa elevasi (tinggi) air laut, komponen kecepatan arus arah U dan V. Pola arus hasil simulasi selanjutnya digunakan untuk memodelkan aliran sedimen dengan tambahan informasi *grain size* hasil uji sampel sedimen. Hasil simulasi sedimen berupa konsentrasi sedimen (*suspended concentration*) dan perubahan fitur dasar laut (*bed level*).
- f. Analisa dilakukan dengan membandingkan pasang surut air laut dengan model arus dan aliran sedimen.

## **BAB IV**

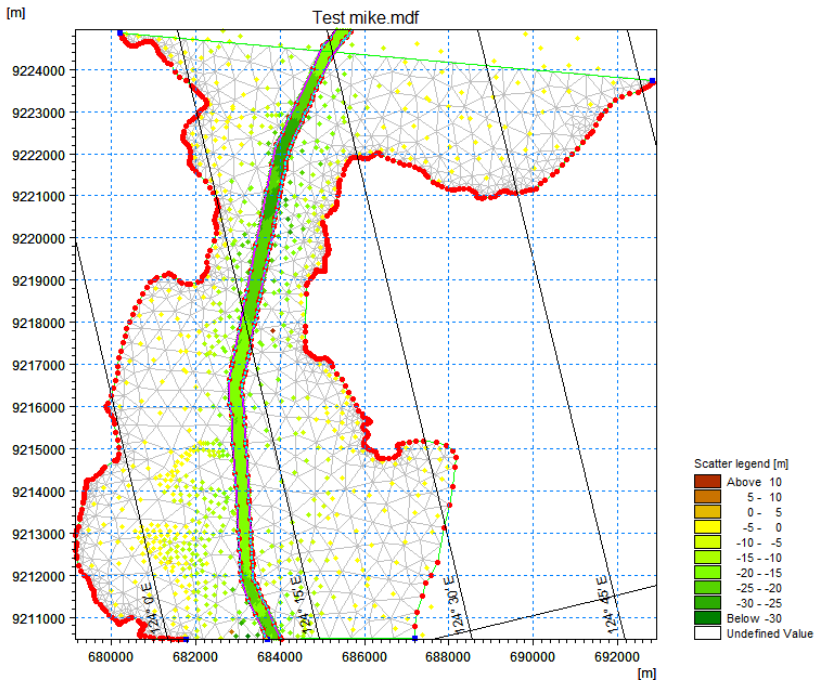
### **HASIL DAN ANALISA**

#### **4.1. Analisa Hasil Pemodelan Batimetri**

Pada proses pemodelan sebaran sedimen terlebih dahulu dilakukan *messing area* dan *plotting* kedalaman dari area alur layar pelabuhan dengan menggunakan modul *Mesh Generator* pada perangkat lunak pengolah arus dan sedimen. *Messing area* adalah pembuatan bidang model (*mesh*), dimana terdapat sekumpulan titik (*node*) yang saling terhubung hingga membentuk suatu bidang jaring.

Bidang pemodelan dapat dibuat dengan menggunakan batas area darat dan laut serta kedalaman hasil pengukuran bathymetri. Pembuatan batas area dibuat setelah peta lokasi penelitian dilakukan *registrasi* pada *software AutoCAD Land Dektstop*, kemudian dilakukan *digitasi* pada batas darat maupun laut. Hasil *digitasi* dalam format dxf kemudian dikonversi menjadi file dengan format xyz dengan menggunakan *software* konversi dxf – xyz.

Dalam pembuatan bidang model perlu didefinisikan batas darat maupun laut. Maka langkah awal adalah membuka data batas dan data kedalaman. Baik data batas dan data kedalaman ditampilkan dalam sistem proyeksi UTM. Lokasi penelitian berada pada koordinat  $6^{\circ} 50'00''$  LS –  $7^{\circ} 15'00''$  LS dan  $35^{\circ}00''$  BT –  $112^{\circ} 45'00''$  BT sehingga sistem proyeksi UTM yang digunakan adalah zona 49S. Satuan atau unit yang digunakan untuk menyatakan baik koordinat horizontal (x,y) maupun kedalaman (z) adalah meter (m). Referensi kedalaman yang digunakan dalam pembuatan model ini adalah LLWL, atau kedudukan muka air terendah pada saat surut terendah.

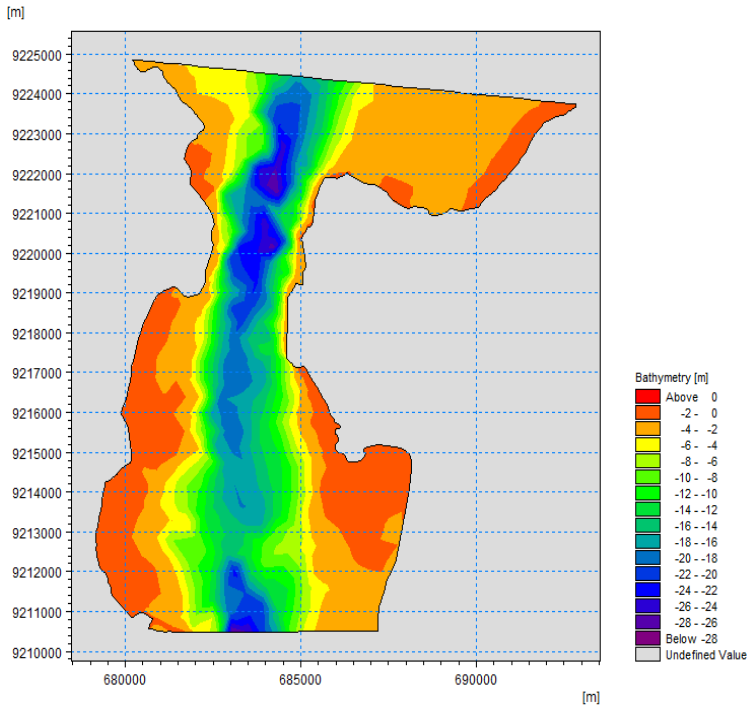


Gambar 4.1 Sebaran *Scatter set* Pemodelan

Data meshing area pada gambar 4.1 merupakan hasil interpolasi dari point kedalaman yang telah dimasukkan dalam parameter pemodelan. Batas meshing area pemodelan yang tergabung sebagai poligon terlihat pada titik scatter set berwarna merah yang mendefinisikan kawasan daratan daerah surabaya dan madura, sedangkan titik scatter set warna hijau mendefinisikan batas laut. Titik segita menentukan posisi letak sebaran vektor yang menggambarkan pergerakan arus.

Setelah dilakukan proses triangulasi dan didapat sebaran titik scatter, kemudian dihasilkan segitiga-segitra scatter dan kemudian diinterpolasi dengan titik kedalaman bathimetri

sehingga mendapatkan data model bathimetri .mesh seperti pada gambar 4.2.

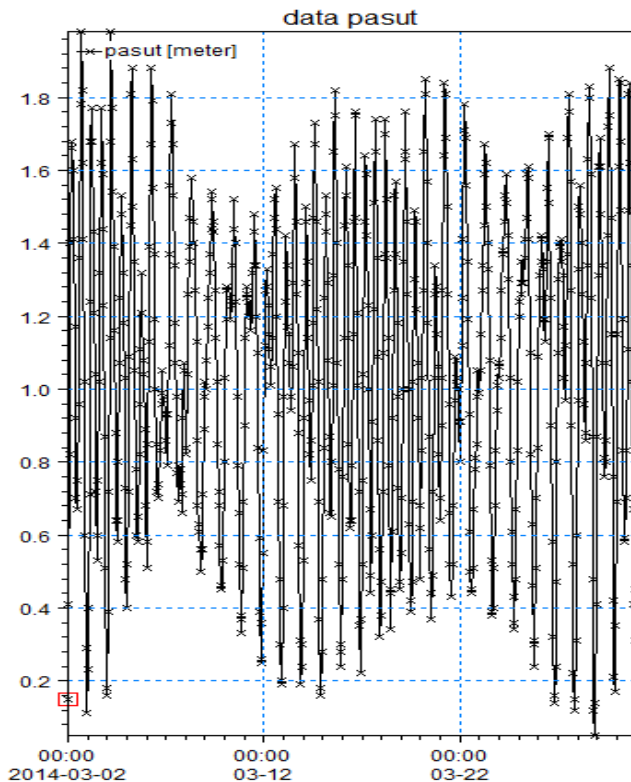


Gambar 4.2 Model Bathimetri mesh alur layar pelabuhan

#### 4.2. Analisa Simulasi Data Pasang Surut

Data pasang surut yang dipakai adalah data pada tanggal 2 - 30 Maret tahun 2014 yang didapatkan dari BIG. Data pasang surut ini digunakan sebagai *input boundary condition* untuk mendapatkan pola arus maupun pola sedimen.

Pasang surut pemodelan diproses pada modul time series dari perangkat lunak pengolah arus dan sedimen.



Gambar 4.3 Grafis Pasang Surut Pemodelan

Dari data pasang surut BIG dan pasang surut hasil model, dapat dilakukan validasi hasil pemodelan. Validasi dilakukan dengan menghitung *Root Mean Square Error (RMS Error)*. *RMSE* merupakan pengukuran yang menyatakan perbandingan perbedaan nilai prediksi atau model dengan nilai hasil observasi yang digunakan untuk pemodelan. Perbedaan individu dalam populasi disebut dengan residu, dan RMS menyajikan total dari residu menjadi ukuran tunggal dari kekuatan prediksi/model (Ongkosono, 19989). Nilai *RMSE* dinyatakan dengan persamaan (4-1) berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{obs,i} - x_{model,i})^2}{n}} \dots\dots\dots(4-1)$$

dimana *Xobs* menyatakan nilai observasi dan *Xmodel* adalah nilai model; sedangkan *n* adalah banyaknya populasi. Hasil pemodelan dapat dikatakan valid jika nilai *RMSE* kurang dari 1 dan mendekati 0.

Dalam perhitungan *RMSE* untuk menguji validitas pemodelan, nilai observasi yang digunakan adalah data pasang surut BIG sedangkan nilai model menggunakan data pasang surut hasil pemodelan. Dengan jumlah populasi 695 dari banyaknya pengamatan, maka perhitungan nilai *RMSE* adalah sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{0,054267}{695}} = \sqrt{0,000078} = 0,009$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa nilai *RMSE* < 1, dan mendekati 0. Sehingga, dapat dikatakan bahwa hasil pemodelan yang dijalankan adalah baik dan valid.

Tabel 4.1 Data Pasang Surut BIG Bulan Maret 2014

Tanggal	Jam	Bacaan
2/3/2014	0:00:00	0.15
2/3/2014	1:00:00	0.41
2/3/2014	2:00:00	0.82
2/3/2014	3:00:00	1.4
2/3/2014	4:00:00	1.68
2/3/2014	5:00:00	1.66
2/3/2014	6:00:00	1.6
2/3/2014	7:00:00	1.41
2/3/2014	8:00:00	1.17
2/3/2014	9:00:00	0.92
2/3/2014	10:00:00	0.7
2/3/2014	11:00:00	0.67
2/3/2014	12:00:00	0.75
2/3/2014	13:00:00	0.96
2/3/2014	14:00:00	1.36
2/3/2014	15:00:00	1.78
2/3/2014	16:00:00	1.98
2/3/2014	17:00:00	1.82
2/3/2014	18:00:00	1.62
.....	.....	.....
30/03/2014	23:00:00	0.45

Dari hasil pengamatan didapatkan nilai pasang tertinggi 1.9 m dan surut terendah 0.05 m. Tipe pasang surut di perairan Tanjung Perak adalah campuran condong harian ganda, sehingga dalam satu hari bisa terjadi dua kali pasang dan dua kali surut.



### **4.3. Pemodelan Arus Pasang Surut**

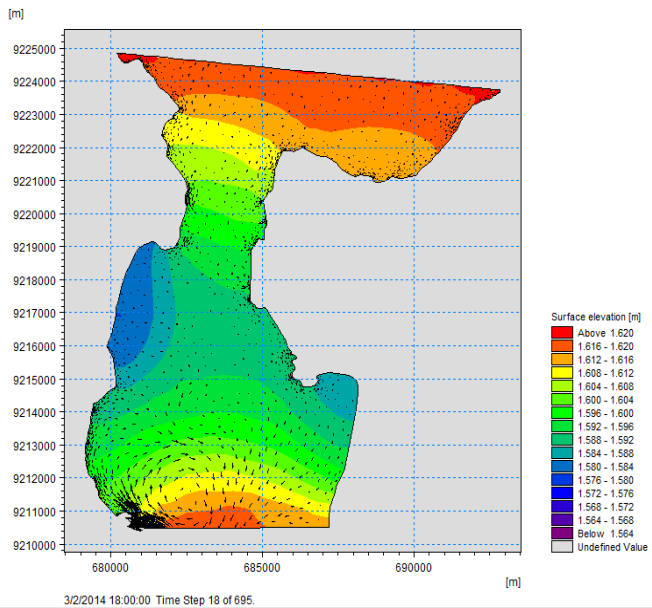
Pemodelan arus dilakukan dengan menggunakan parameter pasang surut air laut. Pemodelan dilakukan selama 695 jam dengan rentang waktu pemodelan setiap satu jam, sehingga didapatkan 695 model pola arus. Dalam pemodelan ini rentang waktu adalah mulai 2 Maret 2014 pukul 00.00 hingga 30 Maret 2014 pukul 23.00. Input yang digunakan adalah data bathymetri dan pasang surut. Output dari pemodelan ini adalah ketinggian air, kecepatan arus dan arah arus.

Analisa pemodelan arus dilakukan dalam 4 kondisi, yaitu menuju surut, menuju pasang, saat pasang tertinggi dan surut terendah. Analisa dilakukan pada arah dan kecepatan arus serta ketinggian muka air hasil pemodelan.

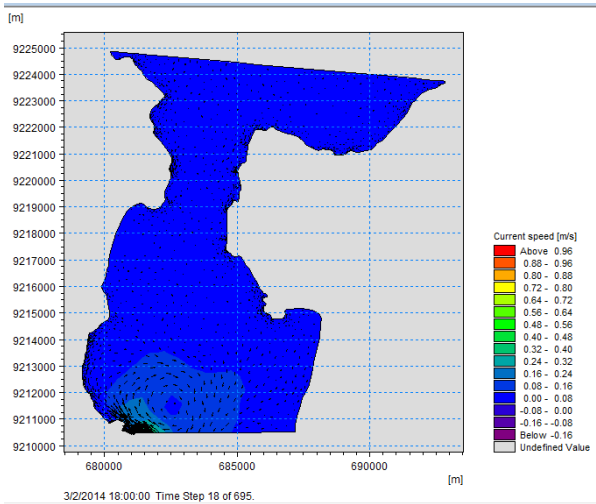
#### **a. Kondisi menuju surut**

Model pola arus menuju surut pada Gambar 4.4 terjadi pada tanggal 2 Maret pukul 17.00. Ketinggian permukaan air maksimal pada kondisi ini adalah 1,86 m pada koordinat 680765,45; 9210688,56. Kecepatan arus maksimal saat menuju surut adalah 1.92 m/s berada pada koordinat 681785,08; 9210487,85.

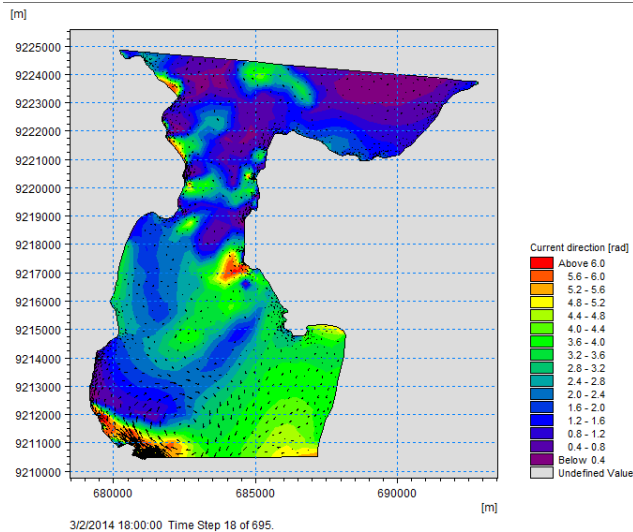
Pada Gambar 4.6 terlihat pada saat menuju pasang arus datang dari arah utara dan dari arah selatan. Dari vektor kecepatan arus terlihat bahwa arus dari utara bertubrukan dengan arus dari selatan sehingga membentuk pusaran searah jarum jam di area alur layar perairan dekat daerah Petrokimia Gresik. Sebagian kecil arus berbelok ke arah daratan Madura. Kecepatan arus pada area pusaran mengalami kenaikan dibandingkan dengan pada saat datang dengan kecepatan berkisar antara 0,00-0,08 m/s. Arus yang pada daerah pusaran meningkat hingga kecepatan berkisar antara 0,24-0,32 m/s.



Gambar 4.4 Pola Arus Menuju Surut



Gambar 4.5 Kecepatan arus Menuju Surut

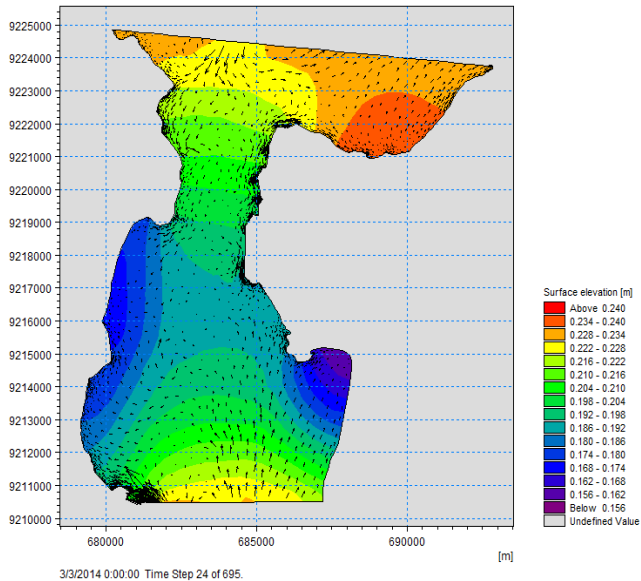


Gambar 4.6 Arah Arus Menuju Surut

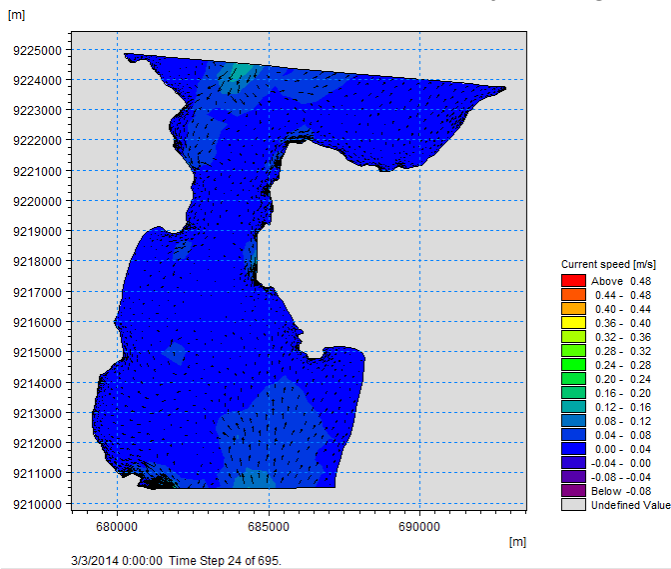
#### b. Kondisi Menuju Pasang

Model pola arus menuju pasang pada Gambar 4.5 terjadi pada tanggal 3 Maret pukul 00.00 dini hari. Ketinggian permukaan air maksimal pada kondisi ini adalah 0,24 m pada koordinat 689642,58; 9221117,69. Kecepatan arus maksimal saat menuju surut adalah 0.51 m/s pada koordinat 681785,08; 9210487,85.

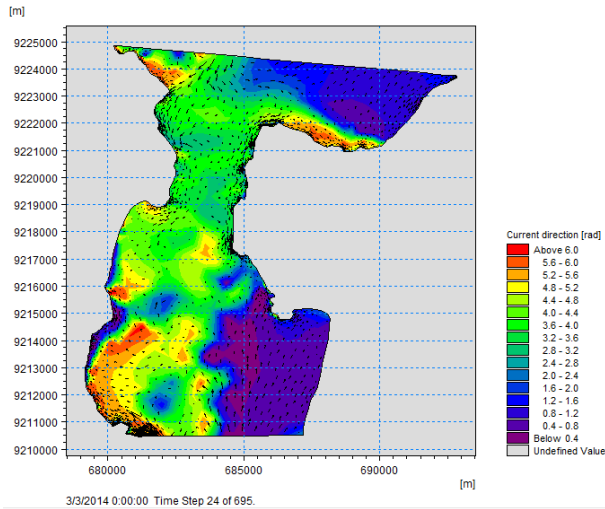
Koordinat kecepatan arus maksimal pada saat surut ternyata sama dengan koordinat kecepatan arus maksimal pada saat pasang. Koordinat ini merupakan perairan di daerah Petrokimia Gresik yang morfologinya berbentuk celah sehingga kecepatan air meningkat ketika melalui daerah ini.



Gambar 4.7 Pola Arus Menuju Pasang



Gambar 4.8 Kecepatan Arus Menuju Pasang

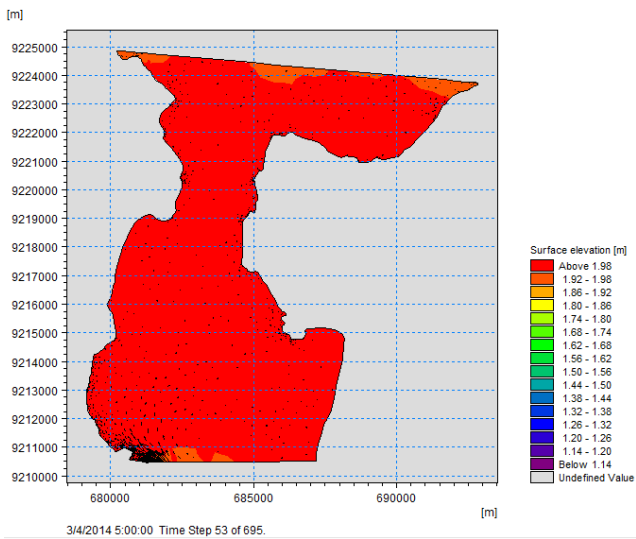


Gambar 4.9 Arah Arus Menuju Pasang

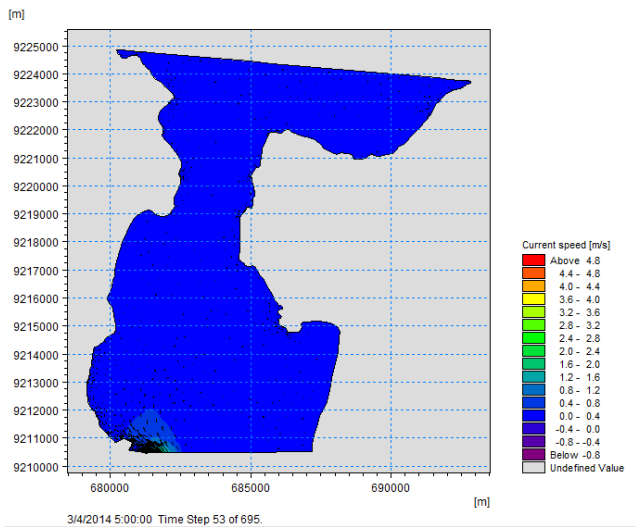
Dari Gambar 4.9 terlihat arus mengalir dari perairan teluk lamong ke arah utara menuju Alur Pelayaran Barat. Hal ini karena saat surut air tertarik menuju ke laut lepas.

#### c. Kondisi Saat Pasang Tertinggi

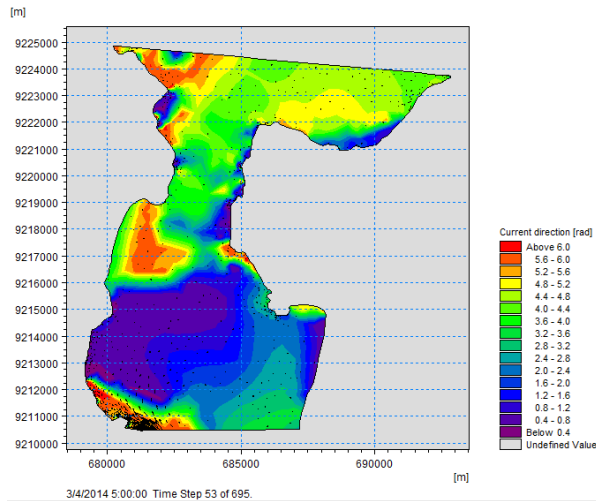
Model pola arus saat pasang tertinggi pada Gambar 4.10 terjadi pada time step 53 tanggal 4 Maret pukul 05.00 dini hari. Ketinggian permukaan air maksimal pada kondisi ini adalah 2,03 m pada koordinat 680867,15; 9210568,29. Kecepatan arus maksimal saat menuju pasang adalah 5,48 m/s pada koordinat 681757,96; 9210489,22.



Gambar 4.10 Pola Arus Saat Pasang Tertinggi



Gambar 4.11 Kecepatan Arus Saat Pasang Tertinggi

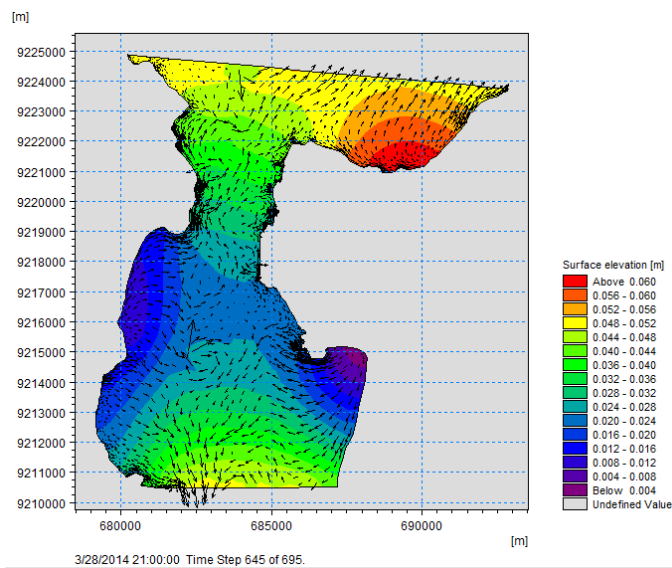


Gambar 4.12 Arah Arus Saat Pasang Tertinggi

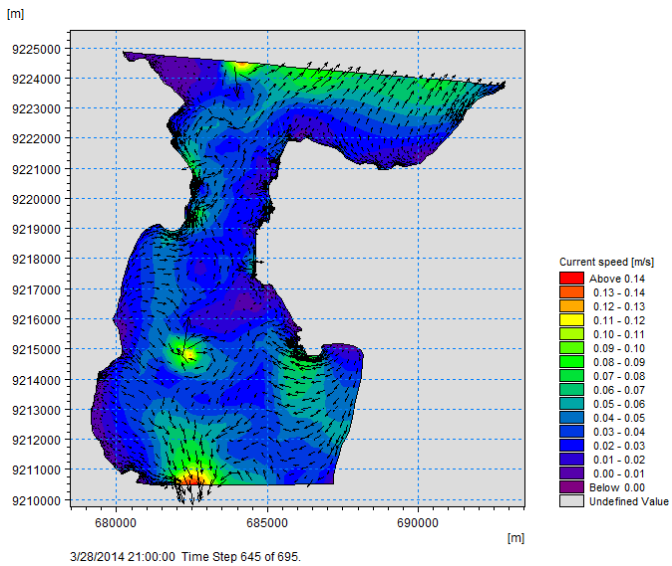
Dari Gambar 4.12 memiliki kondisi yang mirip dengan pola arus saat pasang yaitu dari vektor kecepatan arus terlihat bahwa arus dari utara bertubrukan dengan arus dari selatan sehingga membentuk pusaran searah jarum jam di area alur layar perairan dekat daerah Petrokimia Gresik.

#### d. Kondisi Saat Surut Terendah

Model pola arus saat surut terendah pada Gambar 4.7 terjadi pada time step 645 tanggal 28 September pukul 09.00. Ketinggian permukaan air maksimal pada kondisi ini adalah 0,06 m pada koordinat 689642.6; 9221117.69. Kecepatan arus maksimal saat surut terendah adalah 0,25 m/s pada koordinat 683903,93; 9224358,73.

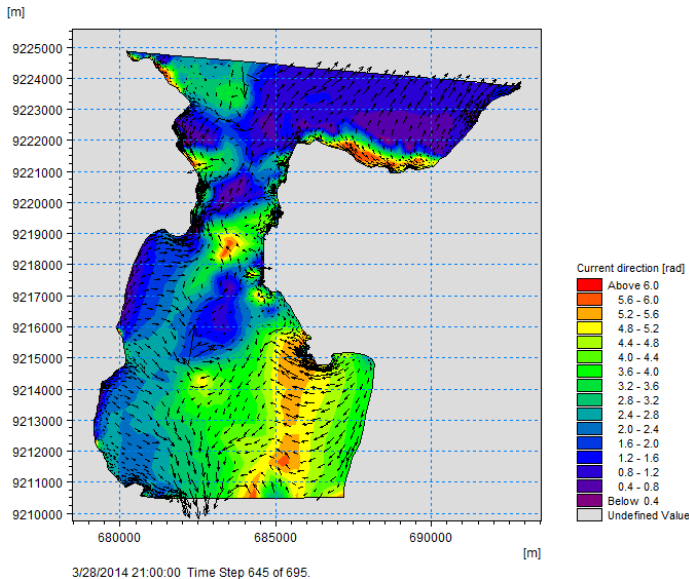


Gambar 4.13 Pola Arus Saat Surut Terendah



Gambar 4.14 Kecepatan Arus Saat Surut Terendah





Gambar 4.15 Arah Arus Saat Surut Terendah

Pada Gambar 4.15 terlihat ada arus yang membuat pusaran di daerah perairan dari PT. Siam Maspion searah jarum jam. Kemudian arus bergerak keluar dari alur layar Barat ke arah Selatan dan ke arah Utara. dari perairan Teluk lamong dan dari Alur Pelayaran Barat bergerak ke arah timur. Kecepatan arus yang tinggi berada di daerah perairan masuk ke alur layar Barat dan di area Petrokimia Gresik. Kecepatan arus berkisar antara 0,15-0,165 m/s.

#### 4.4. Pemodelan Aliran Sedimen

Hasil sampel sedimen yang didapatkan dari perairan Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) Pelabuhan Tanjung Perak dimodelkan dalam bentuk video dengan time step selama satu bulan dengan rentang waktu per jam, dan perubahan dari model akan terlihat dari perbedaan gradien warnanya. Dari sampel

sedimen didapatkan bahwa dasar perairan di Pelabuhan Tanjung Perak didominasi oleh lumpur dan pasir dengan ukuran grain size 0,2 mm. Dengan demikian maka pemodelan yang dilakukan adalah pemodelan aliran sedimen pasir.

Pemodelan aliran sedimen ini dilakukan selama 696 jam dengan rentang waktu pemodelan setiap 3600 detik sehingga didapatkan 696 model. Input yang digunakan dalam pemodelan adalah arus pasang surut hasil pemodelan dan grain size sedimen. Output dari pemodelan ini adalah perubahan kedalaman perairan dan arah perpindahan sedimen.

Pemodelan sedimen dilakukan dengan menggunakan formula Van Rijn sebagai berikut :

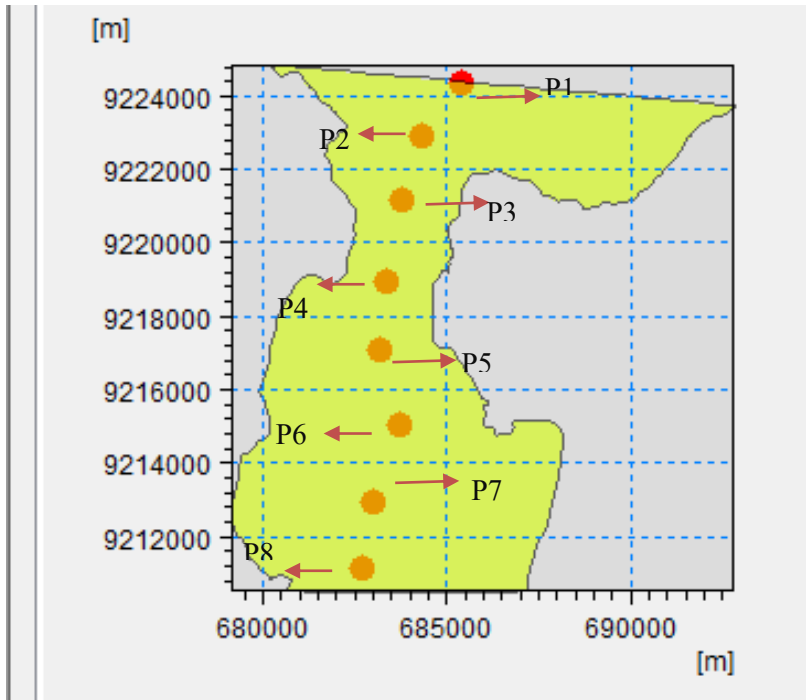
$$q = \frac{0.053}{d^{0.3}} \left( \frac{\tau}{\tau_{crit}} - 1 \right)^{2.1} \dots\dots\dots (4.2)$$

$$q_s = \alpha_s \rho_s U d_{50} M_e^{2.4} (D)^{-0.6} \dots\dots\dots (4.3)$$

Formula Van Rijn digunakan untuk menghitung aliran sedimen dalam suatu kolom air. Pada persamaan (4.2) digunakan untuk menghitung Bed load transport, sedangkan pada persamaan (4.3) digunakan untuk menghitung *Suspended load transport*.

#### **4.5. Hasil Pemodelan Aliran Sedimen**

Analisa pemodelan aliran sedimen dilakukan dilakukan disepanjang titik-titik yang diberi tanda pada alur layar kapal untuk melihat perubahan yang terjadi di sepanjang alur layar kapal dengan mengambil perubahan data konsentrasi sedimen setiap minggu selama sebulan yang ditunjukkan pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 Titik pengambilan data konsentrasi sedimen

Konsentrasi sedimen yang terlihat pada tabel 4.1. mengalami perubahan pada titik P7 dan P8 yaitu sebesar  $8.91 \text{ g/m}^3$  dan  $8.23 \text{ g/m}^3$  yang terjadi pada minggu 1. Kemudian pada minggu 3 titik P7 dan P8 mengalami perubahan lagi sebesar  $8.31 \text{ g/m}^3$  dan  $6.97 \text{ g/m}^3$ . Pada minggu 4 terjadi perubahan pada titik P8 sebesar  $6.91 \text{ g/m}^3$ . Sementara titik yang lain tidak mengalami perubahan.

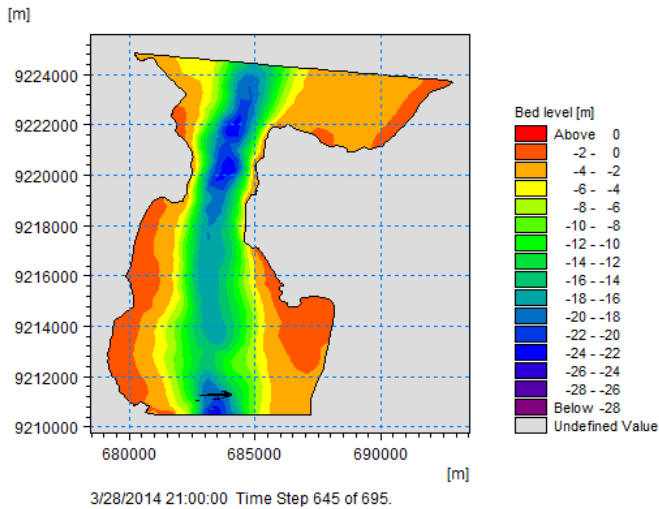
Tabel 4.2 Konsentrasi Sedimen pada APBS

Waktu	Konsentrasi Sedimen (g/ m <sup>3</sup> )							
	P1	P2	P3	P4	P5	P <sub>6</sub>	P7	P8
Minggu 1	0	0	0	0	0	0	8.91	8.23
Minggu 2	0	0	0	0	0	0	0	0
Minggu 3	0	0	0	0	0	0	8.31	6.97
Minggu 4	0	0	0	0	0	0	0	6.91

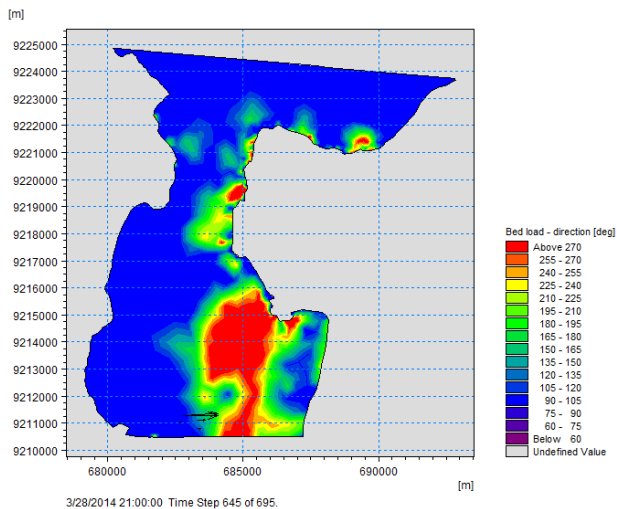
Selain melihat perubahan konsentrasi sedimen pada alur layar kapal, dilakukan juga pemodelan pada saat kondisi pasang tertinggi dan saat surut terendah. Pengamatan dilakukan pada besarnya nilai *solid flux* yang menyatakan banyaknya volume sedimen dalam setiap detiknya pada suatu titik.

a. Kondisi Surut

Gambar 4.17 menunjukkan pola aliran sedimen saat surut yang terjadi pada *time step* 645 pada tanggal 28 Maret 2014 pukul 21.00. Terlihat bahwa besar konsentrasi sedimen saat kondisi surut terendah memiliki nilai maksimal sebesar 6.3207 g/m<sup>3</sup> pada koordinat 682788.86; 9211276.24.



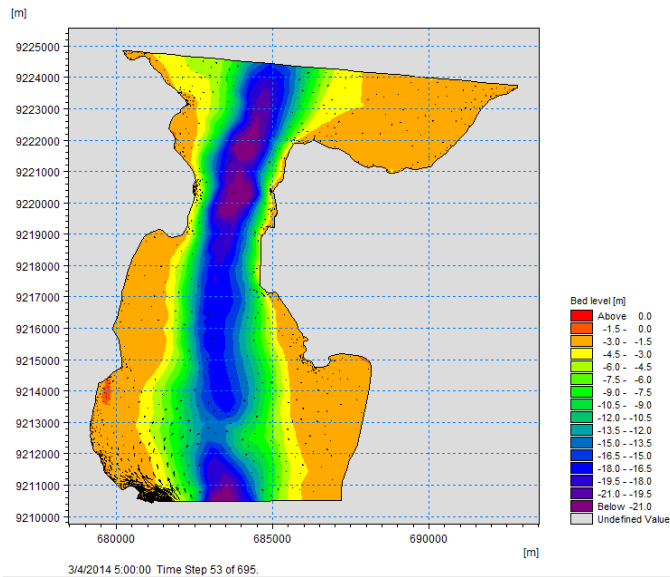
Gambar 4.17 Pola Sebaran Sedimen Saat Surut



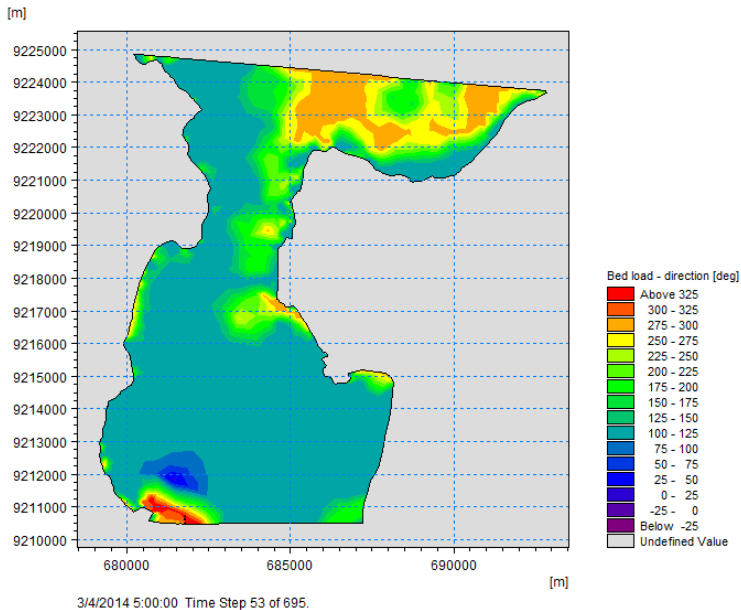
Gambar 4.18 Arah Sebaran Sedimen Saat Surut

### b. Kondisi Pasang

Gambar 4.17 menunjukkan pola aliran sedimen saat pasang yang terjadi pada *time step* 53 pukul 00.00 tanggal 4 Maret 2014. Hasil pemodelan menunjukkan Konsentrasi sedimen saat kondisi pasang tertinggi memiliki nilai maksimal sebesar 1000 g/ m<sup>3</sup> pada koordinat 681731.65; 9210487.50.



Gambar 4.19 Pola Sebaran Sedimen Saat Pasang

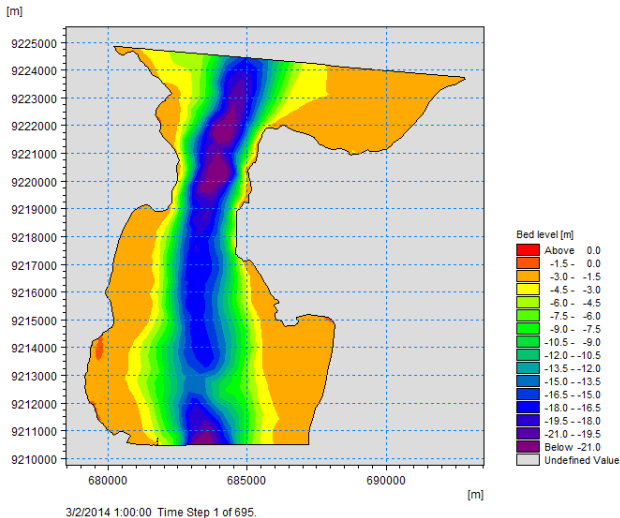


Gambar 4.20 Arah Sebaran Sedimen Saat Pasang

Dari hasil pengamatan pada saat pasang dan surut, nilai aliran sedimen paling besar terjadi pada saat pasang. Faktor penyebabnya adalah kecepatan arus pada saat pasang yang relatif lebih cepat dibandingkan pada saat surut. Hal ini menunjukkan semakin cepat arus, maka sedimen yang terbawa dapat semakin banyak sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Triatmodjo (1999). Saat kondisi arus pada surut terendah arus mengalami pusaran di area yang berdekatan dengan PT. Siam Maspion lalu pada dua sisi ujung APBS terlihat sebaran sedimen bergerak keluar baik dari sisi Utara maupun sisi Selatan. Sebaliknya saat kondisi arus pasang tertinggi arus bergerak ke APBS, sedimen cenderung tertahan dan mengendap.

Pemodelan yang dilakukan di Alur Pelayaran Barat - Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya memperlihatkan bahwa pada area perairan di sekitar petrokimia Gresik mengalami perubahan konsentrasi sedimen yang tinggi. Sehingga dilakukan pengamatan pola sebaran sedimen dilihat dari perubahan kedalaman (*bed level change*) yang terjadi di daerah tersebut. Pengamatan dilakukan secara temporal dengan interval pengamatan satu minggu. Perubahan kedalaman yang terjadi di area tersebut ditunjukkan dengan grafik warna. Area yang berwarna oranye menunjukkan terjadi pendangkalan, sedangkan area yang berwarna biru menunjukkan terjadi pendalaman.

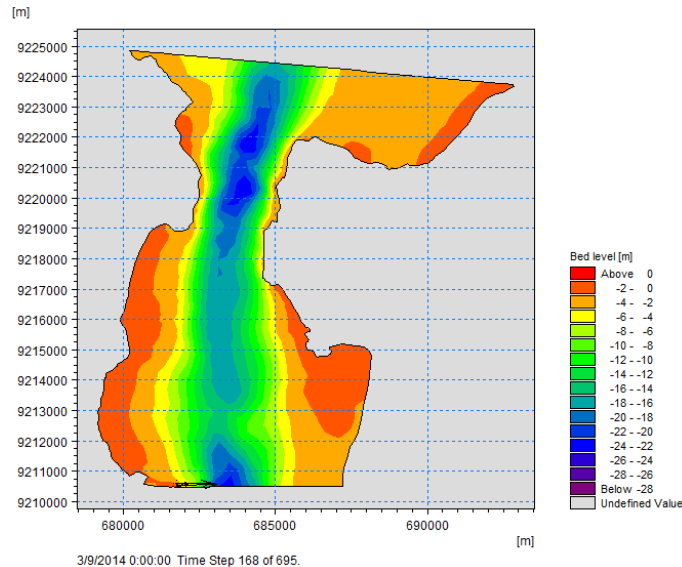
Perubahan pada alur layar kapal juga dapat dilihat dari perubahan warna yang awalnya berwarna biru menjadi hijau yang berarti mengalami pendangkalan, sebaliknya yang berwarna hijau berubah menjadi warna lebih biru menunjukkan terjadinya pendalaman. Pola perubahan kedalaman perairan di sekitar Petrokimia Gresik adalah sebagai berikut:



Gambar 4.21 Pola Perubahan Kedalaman Minggu Pertama



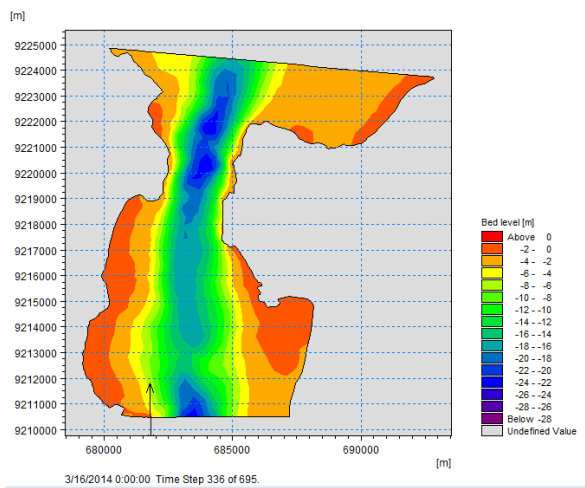
Gambar 4.21 menunjukkan perubahan kedalaman di sekitar perairan Petrokimia Gresik pada minggu pertama. Pendangkalan terbesar adalah 0.41 m, dan penambahan kedalaman terbesar 0.32 m.



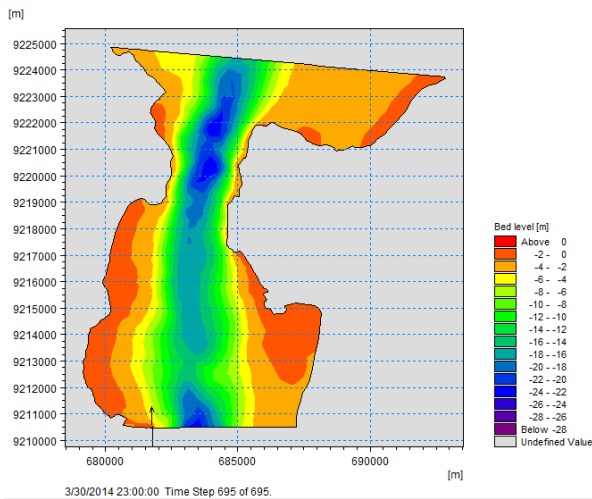
Gambar 4.22 Pola Perubahan Kedalaman Minggu Kedua

Gambar 4.22 menunjukkan perubahan kedalaman di sekitar perairan Petrokimia Gresik pada minggu kedua. Pendangkalan terbesar adalah 0.43 m, dan penambahan kedalaman terbesar -0.25.

Gambar 4.23 menunjukkan perubahan kedalaman di sekitar perairan Petrokimia Gresik pada minggu kedua. Pendangkalan terbesar adalah 0.81 m, dan penambahan kedalaman terbesar -0.97 m.

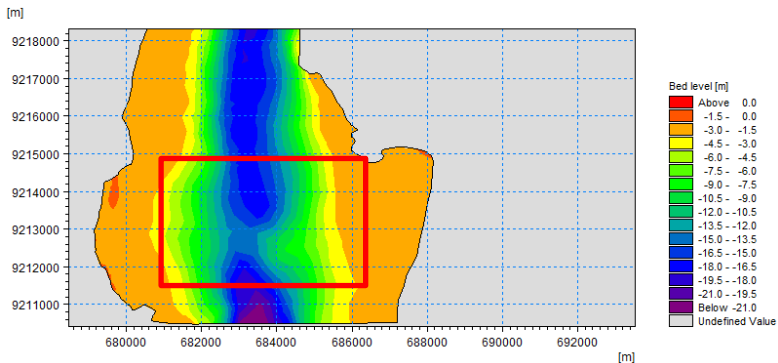


Gambar 4.23 Pola Perubahan Kedalaman Minggu Ketiga

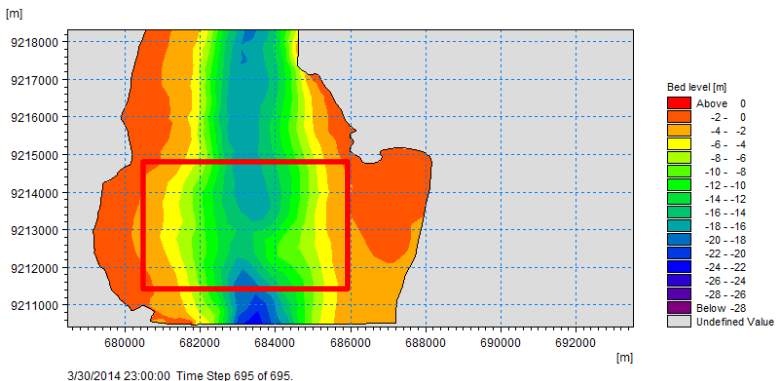


Gambar 4.24 Pola Perubahan Kedalaman Minggu Keempat

Gambar 4.24 menunjukkan perubahan kedalaman di sekitar perairan Petrokimia Gresik pada minggu kedua. Pendangkalan terbesar adalah 1.27 m, dan penambahan kedalaman terbesar -0.67 m.



Gambar 4.25 Pola Perubahan Kedalaman Minggu Pertama Di Sekitar Perairan Petrokimia Gresik



Gambar 4.26 Pola Perubahan Kedalaman Minggu Keempat Di Sekitar Perairan Petrokimia Gresik

Dari hasil pengamatan perubahan kedalaman menunjukkan bahwa sedimentasi di sekitar perairan Petrokimia Gresik cukup besar, dimana dalam empat minggu telah terjadi perubahan kedalaman sebesar 1.27 m.

#### **4.6. Penentuan Area Pemeliharaan Alur Layar Kapal**

Dari pengamatan pola aliran sedimen, didapatkan bahwa adanya aliran sedimen mempengaruhi perubahan kedalaman suatu perairan. Perubahan kedalaman ini diakibatkan berpindahnya material sedimen dari suatu tempat ke tempat lain di dasar perairan. Area dimana terjadi penumpukan material sedimen akan mengalami pendangkalan, sedangkan area yang ditinggalkan material sedimen akan bertambah dalam.

Penentuan area pemeliharaan dilakukan dengan melihat perubahan kedalaman yang terjadi akibat perpindahan material sedimen. Semakin besar perubahan kedalaman, menunjukan semakin banyak tumpukan material sedimen di dasar perairan.

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Gambar 4.17 – 4.26 daerah alur layar kapal dengan pengaruh sedimentasi terbesar adalah alur layar kapal di sekitar perairan Petrokimia Gresik. Sedangkan pada perairan dekatar PT. Siam Maspion perubahan kedalamannya relatif lebih kecil. Hal ini akibat lokasi morfologi di sekitar perairan Petrokimia Gresik berbentuk celah sehingga membentuk pusaran air dan mengakibatkan material sedimen terkumpul di area tersebut.

Oleh karena itu, untuk kepentingan pemeliharaan perlu dilakukan monitoring kedalaman secara rutin untuk wilayah alur layar kapal sekitar perairan Petrokimia Gresik.. Jika dalam monitoring kedalaman diperoleh perubahan kedalaman yang sudah tidak lagi sesuai dan berpotensi mengganggu kapal yang melaluinya, maka perlu dilakukan penanggulangan dengan melakukan pengerukan pada kolam pelabuhan oleh otoritas pelabuhan sebagai pihak yang memelihara fasilitas pelabuhan.

## **LAMPIRAN I**

### **DATA PASANG SURUT**

**Sumber : Badan Informasi Geospasial (BIG)**

## Bulan Maret Tahun 2014

Jam	Tanggal							
	1	2	3	4	5	6	7	8
00:00:00	0.14	0.15	0.23	0.16	0.4	0.51	0.86	0.84
01:00:00	0.53	0.41	0.4	0.39	0.52	0.58	0.79	0.82
02:00:00	1.08	0.82	0.71	0.72	0.72	0.85	0.93	1.04
03:00:00	1.46	1.4	1.24	1.14	1.09	1.13	1.12	1.26
04:00:00	1.57	1.68	1.68	1.68	1.45	1.39	1.37	1.35
05:00:00	1.54	1.66	1.77	1.98	1.81	1.67	1.56	1.39
06:00:00	1.43	1.6	1.68	1.77	1.88	1.88	1.73	1.47
07:00:00	1.22	1.41	1.43	1.54	1.63	1.79	1.81	1.58
08:00:00	1.02	1.17	1.21	1.39	1.5	1.55	1.67	1.58
09:00:00	0.86	0.92	1.04	1.16	1.35	1.37	1.53	1.46
10:00:00	0.77	0.7	0.72	0.88	1.05	1.19	1.34	1.4
11:00:00	0.78	0.67	0.53	0.64	0.78	1	1.18	1.4
12:00:00	0.91	0.75	0.6	0.58	0.6	0.85	1.07	1.27
13:00:00	1.29	0.96	0.75	0.64	0.58	0.72	0.98	1.13
14:00:00	1.73	1.36	1.02	0.8	0.65	0.7	0.77	0.86
15:00:00	2.06	1.78	1.32	1.07	0.82	0.74	0.69	0.68
16:00:00	2.09	1.98	1.62	1.25	0.96	0.83	0.79	0.63
17:00:00	1.83	1.82	1.77	1.48	1.11	0.83	0.78	0.61
18:00:00	1.53	1.62	1.59	1.53	1.32	0.99	0.74	0.56
19:00:00	1.19	1.41	1.44	1.32	1.21	1.05	0.71	0.5
20:00:00	0.71	1.02	1.23	1.18	1.08	0.96	0.66	0.56
21:00:00	0.25	0.6	0.87	1.03	1.04	0.98	0.92	0.71
22:00:00	0.02	0.29	0.51	0.73	0.89	0.98	1.07	0.89
23:00:00	-0.01	0.11	0.18	0.48	0.68	0.93	1.05	0.98

Catatan: Bacaan kedalaman dalam satuan meter (m)

## Bulan Maret Tahun 2014

Jam	Tanggal							
	9	10	11	12	13	14	15	16
00:00:00	1.02	1.03	0.9	0.83	0.68	0.53	0.48	0.48
01:00:00	1	1.19	1.14	1.12	0.98	0.92	0.84	0.76
02:00:00	1.08	1.27	1.25	1.27	1.24	1.29	1.25	1.14
03:00:00	1.17	1.28	1.28	1.33	1.42	1.46	1.48	1.45
04:00:00	1.25	1.28	1.26	1.28	1.34	1.5	1.53	1.61
05:00:00	1.32	1.28	1.2	1.23	1.17	1.35	1.43	1.53
06:00:00	1.37	1.25	1.24	1.15	1.15	1.14	1.29	1.34
07:00:00	1.44	1.19	1.24	1.11	1.07	0.97	1.08	1.14
08:00:00	1.54	1.23	1.16	1.06	0.94	0.82	0.87	0.85
09:00:00	1.52	1.34	1.2	1.01	0.98	0.75	0.66	0.64
10:00:00	1.46	1.44	1.32	1.14	0.94	0.86	0.65	0.62
11:00:00	1.43	1.52	1.34	1.37	1.06	1.01	0.8	0.64
12:00:00	1.27	1.44	1.43	1.47	1.29	1.18	1.01	0.79
13:00:00	1.14	1.4	1.48	1.52	1.58	1.47	1.31	1.15
14:00:00	1.02	1.24	1.34	1.55	1.67	1.73	1.65	1.46
15:00:00	0.85	0.98	1.2	1.44	1.46	1.67	1.82	1.75
16:00:00	0.72	0.79	1.1	1.2	1.26	1.46	1.75	1.76
17:00:00	0.68	0.66	0.84	0.93	1.1	1.22	1.4	1.47
18:00:00	0.57	0.52	0.59	0.69	0.88	1.02	1.07	1.21
19:00:00	0.46	0.38	0.39	0.48	0.57	0.69	0.78	1.01
20:00:00	0.45	0.33	0.26	0.3	0.31	0.37	0.52	0.72
21:00:00	0.45	0.37	0.25	0.19	0.19	0.18	0.3	0.35
22:00:00	0.53	0.51	0.36	0.2	0.24	0.16	0.24	0.22
23:00:00	0.8	0.69	0.55	0.4	0.3	0.28	0.28	0.37

Catatan: Bacaan kedalaman dalam satuan meter (m)

## Bulan Maret Tahun 2014

Jam	Tanggal							
	17	18	19	20	21	22	23	24
00:00:00	0.52	0.47	0.55	0.62	0.7	0.8	0.99	1.06
01:00:00	0.75	0.72	0.7	0.83	0.9	0.91	1.05	1.03
02:00:00	1.04	1.1	1	1.03	1.03	1.12	1.15	1.14
03:00:00	1.46	1.37	1.35	1.27	1.27	1.25	1.27	1.27
04:00:00	1.64	1.7	1.63	1.65	1.64	1.41	1.34	1.37
05:00:00	1.59	1.74	1.76	1.85	1.84	1.71	1.45	1.38
06:00:00	1.42	1.52	1.65	1.81	1.81	1.78	1.59	1.46
07:00:00	1.23	1.36	1.46	1.57	1.69	1.69	1.67	1.53
08:00:00	1	1.14	1.26	1.4	1.5	1.56	1.62	1.59
09:00:00	0.67	0.79	1	1.18	1.26	1.35	1.5	1.59
10:00:00	0.49	0.45	0.63	0.87	0.96	1.19	1.4	1.51
11:00:00	0.44	0.34	0.42	0.56	0.66	0.93	1.33	1.42
12:00:00	0.6	0.44	0.39	0.44	0.52	0.61	1.08	1.3
13:00:00	0.91	0.61	0.47	0.37	0.43	0.5	0.79	1.03
14:00:00	1.22	0.92	0.69	0.49	0.43	0.44	0.53	0.8
15:00:00	1.51	1.27	1.02	0.72	0.52	0.45	0.39	0.61
16:00:00	1.74	1.53	1.3	1.03	0.68	0.51	0.38	0.52
17:00:00	1.65	1.57	1.49	1.26	0.97	0.67	0.4	0.43
18:00:00	1.36	1.37	1.46	1.34	1.09	0.78	0.51	0.34
19:00:00	1.09	1.18	1.22	1.28	1.08	0.81	0.68	0.36
20:00:00	0.86	0.98	1.07	1.15	1.03	0.85	0.83	0.48
21:00:00	0.56	0.73	0.92	1.06	1.01	0.98	0.94	0.67
22:00:00	0.32	0.47	0.68	0.82	1	1.05	1.01	0.83
23:00:00	0.38	0.45	0.48	0.64	0.91	1.05	1.07	1.02

Catatan: Bacaan kedalaman dalam satuan meter (m)



## Bulan Maret Tahun 2014

Jam	Tanggal						
	25	26	27	28	29	30	31
00:00:00	1.2	1.09	1.1	0.97	0.87	0.69	0.7
01:00:00	1.24	1.25	1.3	1.33	1.31	1.15	1.11
02:00:00	1.26	1.31	1.39	1.5	1.61	1.61	1.57
03:00:00	1.29	1.35	1.4	1.56	1.69	1.85	1.88
04:00:00	1.35	1.41	1.41	1.48	1.61	1.84	1.96
05:00:00	1.35	1.42	1.35	1.4	1.48	1.68	1.85
06:00:00	1.29	1.33	1.31	1.26	1.34	1.49	1.65
07:00:00	1.36	1.19	1.17	1.13	1.07	1.19	1.41
08:00:00	1.41	1.13	1.03	0.96	0.81	0.83	1.02
09:00:00	1.47	1.19	0.97	0.86	0.76	0.59	0.64
10:00:00	1.59	1.35	1.12	0.88	0.8	0.58	0.46
11:00:00	1.61	1.55	1.37	1.07	0.86	0.7	0.53
12:00:00	1.58	1.7	1.69	1.34	1.07	0.83	0.66
13:00:00	1.41	1.69	1.81	1.63	1.42	1.11	0.79
14:00:00	1.1	1.51	1.76	1.83	1.72	1.49	1.09
15:00:00	0.82	1.25	1.57	1.8	1.88	1.81	1.46
16:00:00	0.63	0.9	1.27	1.59	1.75	1.84	1.8
17:00:00	0.46	0.58	0.9	1.25	1.47	1.62	1.71
18:00:00	0.3	0.32	0.52	0.87	1.15	1.34	1.48
19:00:00	0.24	0.16	0.22	0.48	0.76	1.02	1.23
20:00:00	0.31	0.14	0.12	0.12	0.42	0.67	0.91
21:00:00	0.51	0.24	0.15	0.05	0.21	0.41	0.61
22:00:00	0.7	0.47	0.31	0.14	0.17	0.31	0.42
23:00:00	0.84	0.8	0.6	0.41	0.35	0.45	0.46

Catatan: Bacaan kedalaman dalam satuan meter (m)

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

**LAMPIRAN II**  
**DATA PASANG SURUT**  
**HASIL PEMODELAN**

## Bulan Maret Tahun 2014

Jam	Tanggal							
	2	3	4	5	6	7	8	9
00:00:00	0.38	0.39	0.37	0.50	0.56	0.79	0.80	0.99
01:00:00	0.84	0.71	0.72	0.71	0.83	0.91	1.02	1.07
02:00:00	1.42	1.23	1.15	1.10	1.14	1.11	1.28	1.17
03:00:00	1.68	1.68	1.68	1.46	1.41	1.38	1.37	1.26
04:00:00	1.66	1.79	1.98	1.80	1.66	1.57	1.38	1.32
05:00:00	1.60	1.68	1.79	1.89	1.87	1.72	1.45	1.37
06:00:00	1.41	1.42	1.53	1.64	1.82	1.81	1.59	1.44
07:00:00	1.17	1.21	1.38	1.48	1.55	1.69	1.59	1.54
08:00:00	0.92	1.04	1.17	1.35	1.35	1.52	1.45	1.52
09:00:00	0.70	0.73	0.89	1.07	1.19	1.33	1.39	1.46
10:00:00	0.66	0.53	0.63	0.78	1.01	1.19	1.41	1.43
11:00:00	0.74	0.58	0.56	0.59	0.85	1.07	1.28	1.28
12:00:00	0.96	0.74	0.63	0.56	0.71	0.98	1.13	1.14
13:00:00	1.36	1.03	0.81	0.65	0.69	0.77	0.86	1.01
14:00:00	1.78	1.33	1.07	0.83	0.74	0.69	0.68	0.85
15:00:00	1.99	1.61	1.25	0.96	0.83	0.78	0.62	0.72
16:00:00	1.83	1.77	1.48	1.11	0.83	0.78	0.61	0.68
17:00:00	1.61	1.61	1.54	1.31	0.98	0.75	0.56	0.57
18:00:00	1.41	1.43	1.33	1.23	1.05	0.71	0.50	0.46
19:00:00	1.04	1.22	1.17	1.08	0.98	0.65	0.55	0.45
20:00:00	0.60	0.89	1.02	1.02	0.98	0.90	0.70	0.45
21:00:00	0.28	0.52	0.74	0.89	0.97	1.08	0.89	0.53
22:00:00	0.10	0.18	0.49	0.70	0.93	1.08	0.99	0.79
23:00:00	0.21	0.14	0.39	0.51	0.87	0.85	1.03	1.03

Catatan: Bacaan kedalaman dalam satuan meter (m)

## Bulan Maret Tahun 2014

Jam	Tanggal							
	10	11	12	13	14	15	16	17
00:00:00	1.20	1.14	1.12	0.99	0.92	0.84	0.76	0.76
01:00:00	1.27	1.25	1.28	1.25	1.29	1.25	1.14	1.05
02:00:00	1.28	1.28	1.33	1.42	1.47	1.49	1.46	1.45
03:00:00	1.28	1.26	1.28	1.35	1.50	1.54	1.61	1.65
04:00:00	1.28	1.20	1.23	1.17	1.35	1.43	1.54	1.61
05:00:00	1.25	1.23	1.15	1.14	1.14	1.29	1.34	1.42
06:00:00	1.19	1.24	1.11	1.07	0.97	1.08	1.14	1.22
07:00:00	1.22	1.17	1.06	0.95	0.82	0.87	0.85	1.01
08:00:00	1.34	1.19	1.01	0.97	0.75	0.66	0.64	0.68
09:00:00	1.45	1.31	1.13	0.94	0.85	0.64	0.61	0.48
10:00:00	1.52	1.35	1.37	1.06	1.01	0.79	0.63	0.42
11:00:00	1.44	1.43	1.48	1.29	1.19	1.01	0.79	0.58
12:00:00	1.40	1.47	1.52	1.58	1.47	1.31	1.14	0.91
13:00:00	1.24	1.35	1.54	1.68	1.73	1.65	1.46	1.23
14:00:00	0.99	1.20	1.45	1.47	1.69	1.83	1.75	1.51
15:00:00	0.79	1.09	1.21	1.25	1.46	1.76	1.77	1.73
16:00:00	0.65	0.84	0.93	1.09	1.21	1.40	1.48	1.66
17:00:00	0.52	0.60	0.68	0.89	1.02	1.06	1.20	1.37
18:00:00	0.39	0.39	0.48	0.58	0.70	0.78	1.00	1.08
19:00:00	0.33	0.25	0.30	0.31	0.38	0.52	0.73	0.85
20:00:00	0.36	0.24	0.19	0.18	0.17	0.30	0.36	0.57
21:00:00	0.50	0.35	0.19	0.22	0.14	0.23	0.21	0.33
22:00:00	0.69	0.55	0.39	0.30	0.27	0.27	0.34	0.36
23:00:00	0.91	0.83	0.67	0.53	0.48	0.47	0.51	0.45

Catatan: Bacaan kedalaman dalam satuan meter (m)

## Bulan Maret Tahun 2014

Jam	Tanggal							
	18	19	20	21	22	23	24	25
00:00:00	0.71	0.70	0.81	0.89	0.89	1.04	1.03	1.24
01:00:00	1.10	1.00	1.04	1.04	1.11	1.14	1.13	1.26
02:00:00	1.38	1.35	1.28	1.28	1.27	1.28	1.27	1.29
03:00:00	1.69	1.63	1.63	1.62	1.42	1.35	1.38	1.35
04:00:00	1.75	1.77	1.86	1.85	1.69	1.44	1.39	1.36
05:00:00	1.53	1.66	1.83	1.83	1.79	1.59	1.45	1.30
06:00:00	1.35	1.46	1.57	1.68	1.71	1.68	1.53	1.35
07:00:00	1.14	1.26	1.38	1.49	1.54	1.63	1.60	1.41
08:00:00	0.80	1.01	1.19	1.27	1.35	1.49	1.59	1.48
09:00:00	0.46	0.64	0.89	0.97	1.20	1.40	1.51	1.59
10:00:00	0.33	0.41	0.56	0.66	0.94	1.33	1.42	1.61
11:00:00	0.42	0.37	0.42	0.51	0.61	1.09	1.30	1.58
12:00:00	0.60	0.46	0.36	0.42	0.49	0.79	1.04	1.41
13:00:00	0.93	0.69	0.49	0.43	0.43	0.52	0.80	1.10
14:00:00	1.28	1.02	0.72	0.52	0.45	0.38	0.60	0.82
15:00:00	1.53	1.30	1.03	0.68	0.52	0.37	0.51	0.62
16:00:00	1.58	1.49	1.26	0.96	0.67	0.40	0.43	0.46
17:00:00	1.38	1.47	1.35	1.10	0.78	0.51	0.35	0.30
18:00:00	1.17	1.23	1.28	1.09	0.82	0.68	0.36	0.24
19:00:00	0.97	1.06	1.15	1.03	0.85	0.83	0.47	0.30
20:00:00	0.74	0.91	1.06	1.00	0.97	0.94	0.66	0.50
21:00:00	0.48	0.69	0.83	1.00	1.05	1.01	0.84	0.70
22:00:00	0.44	0.49	0.64	0.92	1.06	1.07	1.03	0.85
23:00:00	0.53	0.60	0.68	0.80	0.99	1.06	1.20	1.09

Catatan: Bacaan kedalaman dalam satuan meter (m)

## Bulan Maret Tahun 2014

Jam	Tanggal				
	26	27	28	29	30
00:00:00	1.25	1.31	1.33	1.32	1.15
01:00:00	1.32	1.39	1.51	1.62	1.62
02:00:00	1.35	1.40	1.56	1.69	1.86
03:00:00	1.40	1.41	1.48	1.61	1.84
04:00:00	1.42	1.35	1.40	1.48	1.68
05:00:00	1.34	1.31	1.26	1.34	1.49
06:00:00	1.19	1.17	1.13	1.08	1.20
07:00:00	1.12	1.03	0.96	0.81	0.83
08:00:00	1.18	0.96	0.86	0.75	0.58
09:00:00	1.35	1.11	0.87	0.79	0.56
10:00:00	1.55	1.37	1.06	0.87	0.69
11:00:00	1.70	1.70	1.34	1.07	0.84
12:00:00	1.70	1.82	1.63	1.41	1.11
13:00:00	1.52	1.76	1.83	1.72	1.48
14:00:00	1.25	1.57	1.81	1.89	1.81
15:00:00	0.90	1.28	1.59	1.75	1.86
16:00:00	0.58	0.90	1.25	1.47	1.62
17:00:00	0.32	0.52	0.87	1.15	1.33
18:00:00	0.15	0.22	0.48	0.77	1.02
19:00:00	0.13	0.11	0.12	0.42	0.68
20:00:00	0.23	0.14	0.04	0.20	0.41
21:00:00	0.46	0.30	0.12	0.16	0.30
22:00:00	0.80	0.60	0.40	0.34	0.43
23:00:00	1.11	0.97	0.86	0.68	0.52

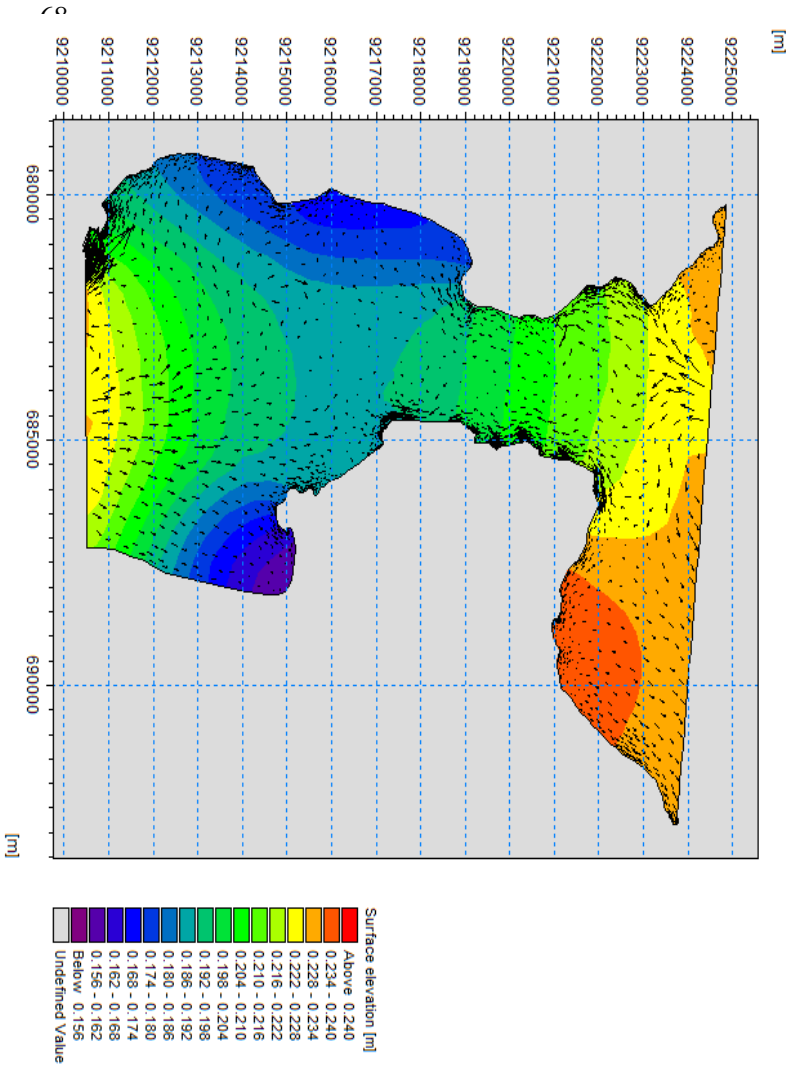
Catatan: Bacaan kedalaman dalam satuan meter (m)

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

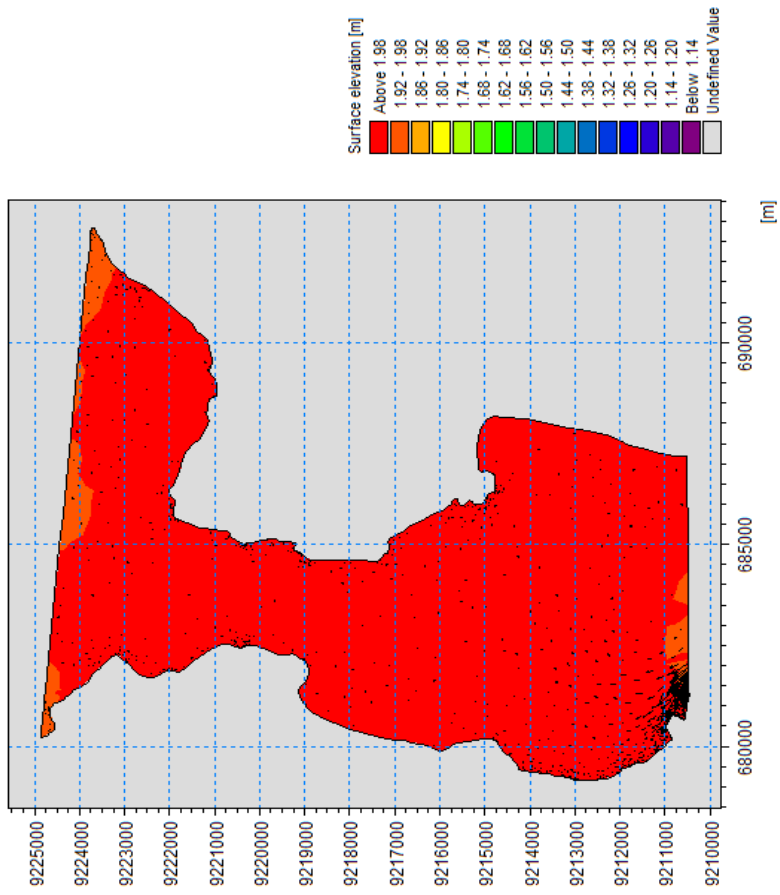


**LAMPIRAN III**  
**HASIL PEMODELAN ARUS**

Pola Arus Saat Menuju Pasang



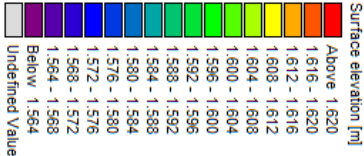
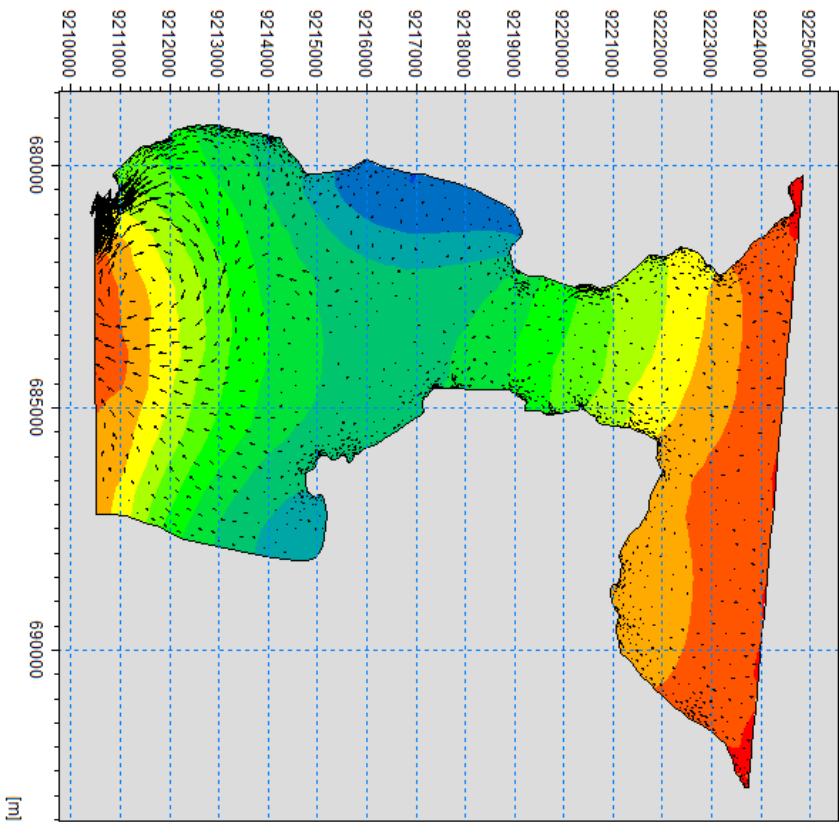
# Pola Arus Saat Pasang Tertinggi



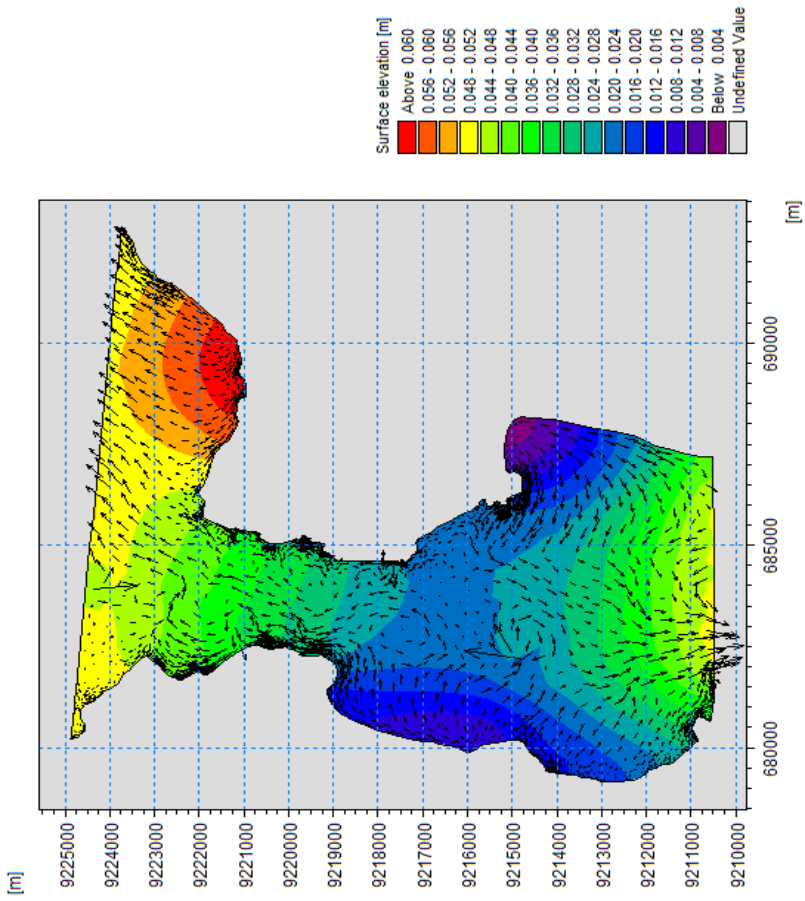
3/4/2014 5:00:00 Time Step 53 of 695.

Pola Arus Saat Menuju Surut

[m]



Pola Arus Saat Surut Terendah

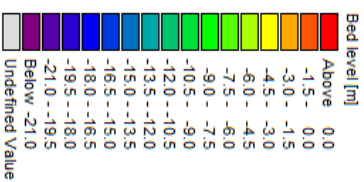
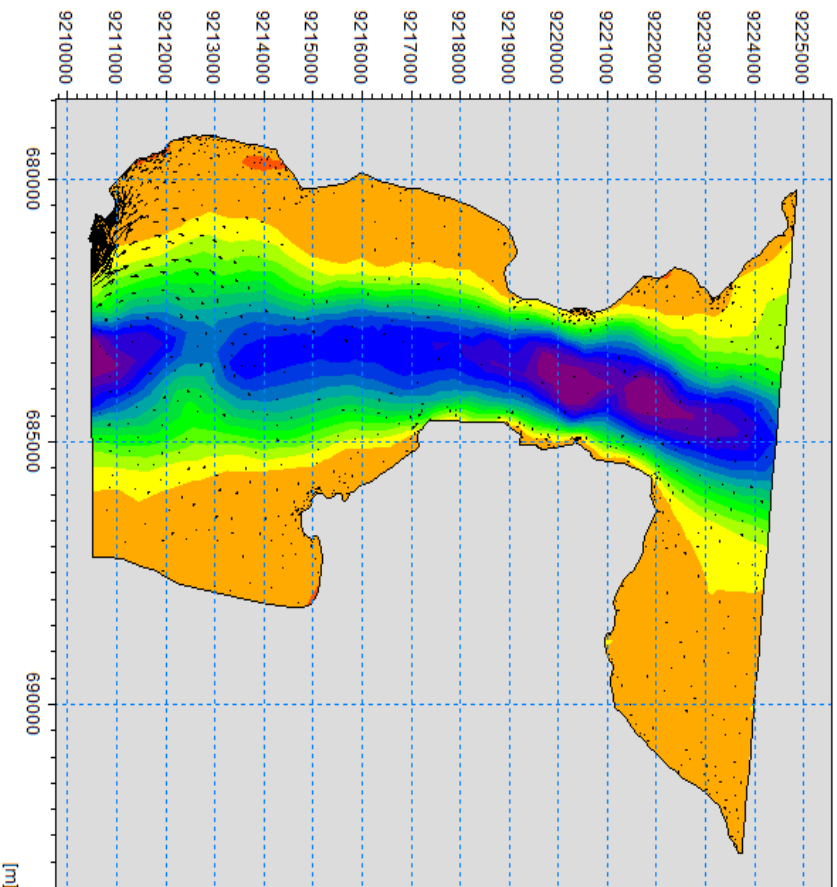


**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

**LAMPIRAN IV**  
**HASIL PEMODELAN ALIRAN SEDIMEN**

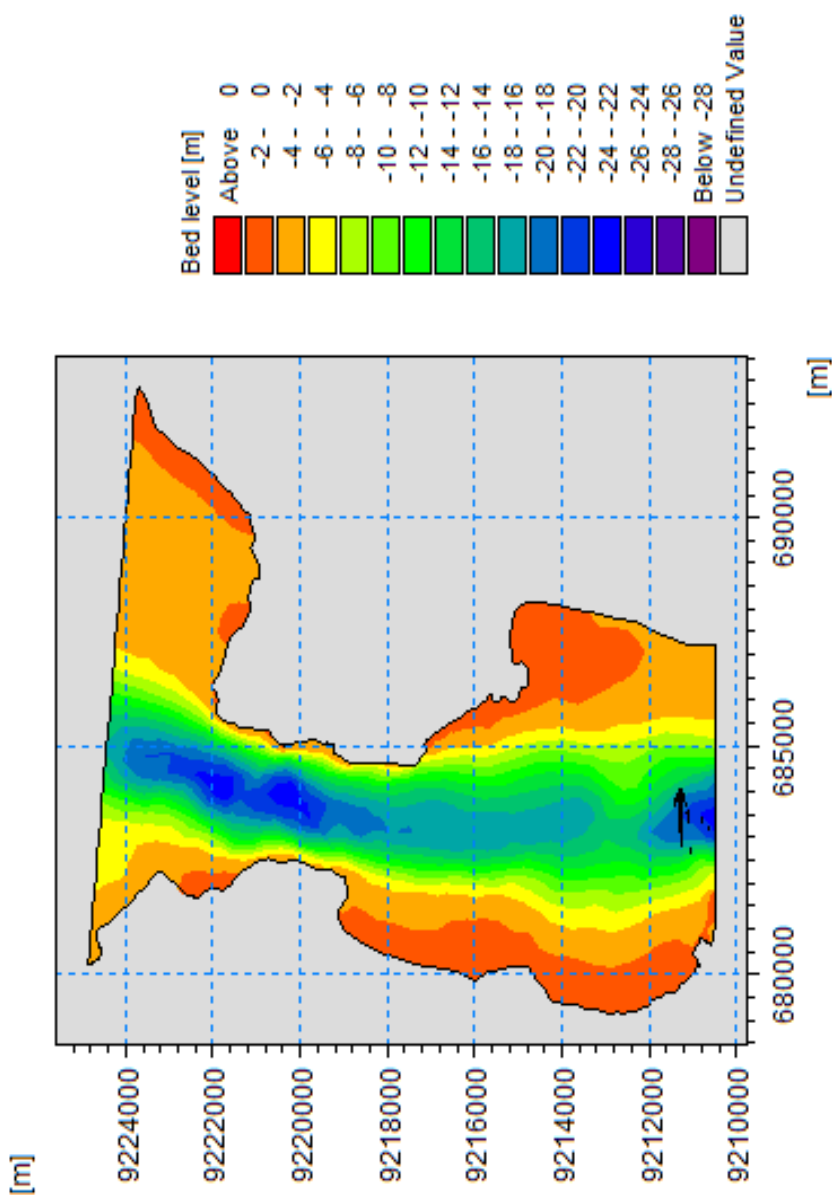
# Pola Aliran Sedimen Saat Pasang

[m]





Pola Aliran Sedimen Saat Surut



**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

**LAMPIRAN V**  
**SURAT IJIN PENGAMBILAN DATA**  
**PT. PELABUHAN INDONESIA III (Persero)**



## PELINDO III

Nomor : HM.04/45/P.01-2016  
Klasifikasi : Biasa  
Lampiran : -  
Perihal : Persetujuan Ijin Pengambilan Yth. Ketua Jurusan Teknik Geomatika  
Data Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

di

SURABAYA

1. Menunjuk Surat dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Nomor : 185/IT2.3.14/TU.00.09/2016 tanggal 18 Februari 2016 perihal pada pokok surat, atas nama JAINAL RABIN DAMANIK (NIM: 3512 100 066), bersama ini disampaikan bahwa permohonan dimaksud pada prinsipnya dapat disetujui.
2. Tersebut butir 1 di atas, dengan penjelasan sebagai berikut :
  - a. Agar yang bersangkutan menghubungi Sub Direktorat Pelayanan SDM PT Pelabuhan Indonesia III (Persero) Jalan Perak Timur nomor 610 Surabaya (dengan membawa foto copi surat balasan).
  - b. Permohonan Ijin Pengambilan Data dilaksanakan di Direktorat Teknik dan Teknologi Informasi dan Proyek Alur Pelayaran Barat Surabaya Kantor Pusat PT Pelabuhan Indonesia III (Persero) dengan jadwal pelaksanaan akan diatur dan disesuaikan oleh pembimbing.
  - c. Selama kegiatan berlangsung agar mematuhi aturan dan tata tertib yang berlaku di Kantor Pusat PT Pelabuhan Indonesia III (Persero).
3. Demikian disampaikan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

An. DIREKTUR SDM DAN UMUM  
SENIOR MANAJER PELAYANAN SDM  
ub.

ASM. PENGEMBANGAN SDM



BAIQ NURUL HIKMAWATI



KANTOR PUSAT  
Jl. Perak Timur No. 610 Surabaya 60165  
INDONESIA

P : +62 31 3298631-37  
F : +62 31 3295204

E : tu.pusat@pelindo.co.id  
W : www.pelindo.co.id

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

- a) Model pola arus pasang surut di Alur Layar Pelabuhan dapat dilihat pada saat kondisi pasang tertinggi dan saat kondisi surut terendah. Dimana kecepatan maksimum arus pada kondisi pasang tertinggi adalah sebesar 19,72 km/jam dengan arah arus berasal dari Utara yang bertubrukan dengan arus yang datang dari arah Selatan sehingga membentuk pusaran searah jarum jam di area alur layar perairan dekat Petrokimia Gresik, sebaliknya kecepatan arus maksimal saat surut terendah adalah 0,9 km/jam yang berada di perairan PT. Siam Maspion dengan arah arus bergerak keluar dari Alur Layar Barat ke arah Selatan dan Arah Utara.
- b) Model pola arus pasang surut di Alur Layar Pelabuhan dapat dilihat pada saat kondisi pasang tertinggi dan saat kondisi surut terendah. Dimana konsentrasi sedimen saat kondisi pasang tertinggi memiliki nilai maksimal sebesar  $1000 \text{ g/m}^3$ , sedangkan besar konsentrasi sedimen saat kondisi surut terendah memiliki nilai maksimal sebesar  $6.3207 \text{ g/m}^3$ . Perubahan nilai konsentrasi maksimal baik saat pasang tertinggi maupun saat surut terendah terjadi di daerah yang sama yaitu Perairan dekat Petrokimia Gresik.
- c) Daerah alur layar kapal dengan pengaruh sedimentasi terbesar adalah alur layar kapal di sekitar perairan Petrokimia Gresik, dimana dalam empat minggu telah terjadi perubahan kedalaman sebesar 1.27 m. Untuk kepentingan pemeliharaan perlu dilakukan monitoring kedalaman secara rutin untuk wilayah alur layar kapal sekitar perairan Petrokimia Gresik, guna memelihara kedalaman yang aman untuk alur layar kapal.

## 5.2. Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya pada bidang terkait adalah:

1. Dalam Pembuatan simulasi model transpor material sedime perlu diperhatikan beberapa parameter yang akan dimasukkan seperti angin, gelombang, densitas dan sungai. Hal ini dimaksudkan agar model yang dihasilkan dapat mengacu pada kondisi lapangan.
2. Pemilihan formula seperti *Engelund-Fredsoe*, *Van Rijn* dan *Meyer-Peter-Muller* harus menyesuaikan dengan kondisi lokasi penelitian karna penggunaan setiap formula berbeda sesuai karakteristik objek penelitian.
3. Pemodelan arus maupun sebaran sedimen dapat dilakukan dengan jangka waktu yang lebih lama, atau pada periode yang berbeda sebagai perbandingan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arani, D. 2014. *Pemodelan Perubahan Sedimen Di Pesisir Surabaya Timur Dengan Menggunakan Data Hidro-Oseanografi*. Surabaya: ITS.
- Daulay, A.B. 2014. *Karakteristik Sedimen Di Perairan Sungai Carang Kota Rebah Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau*. Skripsi Universitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjungpinang.
- Hutabarat Sahala dan Evans Stewart M. 2006. *Pengantar Oseanografi*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Ismail, M. Furqon Aziz. 2012. *Simulasi Numeris Arus Pasang Surut Di Perairan Cirebon*. Jakarta: Jurnal Akustik LIPI.
- Kramadibrata, Soedjono. 1985 . *Perencanaan Pelabuhan*. Bandung: Ganesa Exact
- Ongkosongo, O. 1989. *Pasang Surut*. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Poerbandono dan Djunarsjah, Eka. 2005. *Survey Hidrografi*. Bandung: Refika Aditama.
- Pratomo, Danar Guruh, dan Anjasmara Ira Mutiara. 2005. *Modul Praktikum Survei Batimetri*. Surabaya: ITS.
- Riyadi, Agung Slamet, Bambang Sarwono, dan Sudiwaluyo. 2009. "*Permodelan Aliran Sediment Di Muara Kali Porong*." Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah. Surabaya: ITS. 345-356.
- Savitri, D. 2010. *Simulasi Sebaran Sedimen Terhadap Ketinggian Gelombang*. Jurnal Teknik Waktu Volume 8 Nomer 2.
- Sugianto, N.D. 2009. *Studi Pola Sirkulasi Arus Laut di Perairan Pantai Provinsi Sumatera Barat*. Semarang: FPIK UNDIP.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada
- Van Rijn, L.C. 1984. *Sediment Transport*. ASCE J. Hydraulic Engineering

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama **Jainal Rabin Damanik** dilahirkan di Partibi Lama pada tanggal 1 Maret 1994, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri Partibi Lama, SMP Negeri 2 Pematang Raya, SMA RK Bintang Timur Pematang Siantar. Setelah lulus SMA pada tahun 2012, penulis melanjutkan pendidikan S-1 ke perguruan tinggi dengan mengikuti program Bidikmisi jalur SNMPTN Tulis dan diterima di Jurusan Teknik Geomatika

FTSP-ITS. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam beberapa organisasi kemahasiswaan, di antaranya sebagai Crew ITS TV 2012- 2014, staff Departemen Kebijakan Publik Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM ITS) 2013/2014, staff Departemen Minat Bakat Mahasiswa Bona Pasogit (MBP ITS). Penulis juga telah mengikuti kerja praktik di beberapa perusahaan, diantaranya terlibat dalam pekerjaan pemeruman kolam Pelabuhan Malahayati di Aceh bersama Tim Survei PT. Pelabuhan Indonesia I, Medan dan pekerjaan pemeruman kolam Dermaga Eks-Presiden bersama dengan Divisi Teknik PT. Pelabuhan Indonesia II, Cab. Tanjung Priok, Jakarta Utara. Penulis mengambil penelitian Tugas Akhir di bidang Hidro-Oceanografi dengan judul “Simulasi Model Arus dan Sebaran Sedimen Untuk Mendukung Keamanan Alur Layar Kapal”. Dengan lokasi studi kasus di Alur Pelayaran Barat Surabaya, yang berada di bawah pengelolaan PT. Pelabuhan Indonesia III, Surabaya.